

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Информационно-аналитическое обеспечение управления в социальных
и экономических системах»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент,

д.т.н., профессор

_____ / С.В. Кондаков /

« ____ » _____ 2018г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

д.т.н., профессор

_____ / О.В. Логиновский /

« ____ » _____ 2018 г.

Модернизация системы управления приводом оправки стана холодной прокатки
труб

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 09.04.01.2018.502 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР,

д.т.н, профессор

_____ / О.В. Логиновский /

« __ » _____ 2018 г.

Автор ВКР,

Студент группы КЭ-221

_____ / С.В. Иванов /

« __ » _____ 2018 г.

Нормоконтролер,

к.т.н., доцент

_____ / В.Н. Любицын /

« __ » _____ 2018 г.

АННОТАЦИЯ

Иванов С.В. Модернизация системы управления приводом оправки стана холодной прокатки труб: ЮУрГУ (НИУ), ВШЭИКН; 2018, 69 с., 46 ил., библиогр. список – 20 наим, 2 прил., 11 листов слайдов презентации ф. А4.

В работы проведен анализ системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб, действующего в цехе №5 ПАО "Челябинский трубопрокатный завод".

В соответствии с требованиями технического задания на модернизацию системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб осуществлено обновление аппаратной части системы (управляющего устройства (контроллера) и энкодера) из ряда средств автоматизации фирмы Siemens.

Разработан и реализован в среде SIMATIC Manager алгоритм работы ПЛК S7-300, обеспечивающий управление приводом перемещения оправки, а также сохранение информации о перемещении оправки.

В результате модернизации системы увеличена в 1,15 раза производительность труда за счет возможности продолжения работы стана после отказа без необходимости возврата к началу прокатки.

					09.04.01.2018.502 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Иванов С.В.			Модернизация системы управления приводом оправки стана холодной прокатки труб	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Логиновский О.В.				Д	6	69
Реценз.		Кондаков С.В.				ЮУрГУ		
Н. Контр.		Любицын В.Н.				Кафедра ИАОУ в СиЭС		
Утверд.		Логиновский О.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНЫХ КОНИЧЕСКИХ ТРУБ НА ПАО «ЧТПЗ»	13
1.1. Описание технологического процесса	13
1.2. Общее устройство и назначение механизма стана ХПТ-450.....	13
1.3. Автоматизированная СУ станом холодной прокатки.....	16
1.4. Анализ действующей СУ приводом перемещения оправки стана холодной прокатки.....	19
Выводы по главе 1.....	22
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПРАВКИ СТАНА ХПТ – 450	24
2.1. Назначение, цели проекта и содержание выполняемых работ	24
2.2. Технические требования модернизированной системы.....	25
3. МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПРАВКИ СТАНА ХПТ-450.....	26
3.1. Принципиальная схема модернизированной СУ приводом перемещения оправки	26
3.2. Выбор оборудования	27
3.2.1. Выбор программируемого логического контроллера.....	27
3.2.2. Выбор датчика угловой скорости	34
3.2.3. Выбор блока питания.....	37
3.3. Разработка программы управления приводом перемещения оправки стана ХПТ-450.....	39
3.3.1. Разработка алгоритма управлением приводом оправки для ПЛК S7-300 42	
3.3.2. Программирование ПЛК в пакете SIMATIC Manager	44
3.3.2.1. Интерфейс рабочего окна SIMATIC Manager	44
3.3.2.2. Команды и символы используемые в SIMATIC Manager	47
3.3.2.3. Создание проекта в SIMATIC Manager	50
3.3.2.4. Реализация алгоритма на языке Simatic Step 7.....	52

3.4. Оценка эффективности модернизации системы	54
Выводы по главе 3.....	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	57
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	58
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	60
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Блок-схемы	60
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Код программы	64

ВВЕДЕНИЕ

На рынке потребления трубной продукции особое место занимают трубы специального назначения. К ним относятся трубы из металлов со специальными свойствами, с повышенными требованиями по точности обработки, в большинстве своем тонкостенные. Основными потребителями подобных труб являются предприятия авиационно-космической (трубопроводы гидравлической аппаратуры и топливных систем летательных аппаратов), атомной (тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы), трубы систем водоснабжения 1-го и 2-го контуров), химической (коррозионностойкие трубы химических производств), энергетической (трубы систем охлаждения генераторов, трубы паровых котлов и т.д.) и автомобильной (трубки тормозных магистралей и топливопроводы) отраслей промышленности. В связи с интенсивным развитием этих отраслей, являющихся "локомотивами" прогресса, потребность в трубах год от года возрастает. Соответственно прогнозируется и рост производства труб, составной частью которого является производство холоднокатаных труб.

Основным способом изготовления труб данного класса является прокатка на станах периодической холодной прокатки труб с клетями валкового (станы ХПТ) и роликового (станы ХПТР) типов.

Стан холодной прокатки труб ХПТ-450 является станом крупного типоразмера и предназначен для холодной прокатки труб с постоянной и переменной толщиной стенки, диаметром готовых труб от 150 до 450 мм из горячекатаных, прессованных или сварных заготовок в холодном состоянии углеродистых и легированных сталей, а также из цветных металлов и их сплавов. На стане ХПТ-450П2 Челябинского трубопрокатного завода производят трубы - лонжероны для сверхтяжелого вертолета МИ-26.

Холодная прокатка труб заключается в том, что на коническую оправку надевают цилиндрическую заготовку и обжимают валками. При каждом двойном ходе клетки происходит подача трубы в область прокатки и поворот

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	09.04.01.2018.502 ПЗ					

трубы и оправки для устранения дефектов. Подачу и поворот трубы осуществляет группа поворотно-подающих механизмов. Для перемещения оправки служит электропривод перемещения оправки. Система управления перемещением оправки предназначена для стабилизации величины перемещения оправки за цикл. При прокатке труб с переменной толщиной стенки задание перемещения оправки должно точно обрабатываться, иначе получится труба с дефектами и ее придется дорабатывать вручную либо прокатывать заново.

Минусы действующей системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки:

- морально и физически устаревшая элементная база, в результате чего ремонт системы затруднен отсутствием элементов (их уже не выпускают); молодым специалистам нецелесообразно разбираться в старой схемотехнике;
- частые аварии в системе, сопровождающиеся потерей (не сохранением) информации о параметрах прокатки, что приводит к необходимости после устранения аварийной ситуации начинать прокатку трубы заново. Иначе говоря, пока не реализована возможность при повторной прокатке начинать ровно с того места, где остановились.

Повторная прокатка нежелательна по двум причинам:

1. Снижение качества выпускаемой продукции.
2. Снижение производительности стана.

Поэтому для увеличения производительности стана и для уменьшения количества брака выпускаемой продукции стана ХПТ-450 требуется модернизация действующей системы управления перемещением оправки, которая требует изменения, как аппаратной, так и программной составляющих системы.

Поэтому *цель выпускной квалификационной работы* – модернизация системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб, действующей в цехе №5 ПАО «ЧТПЗ».

Для достижения цели необходимо решить следующие *задачи*:

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1. Ознакомиться с технологическим процессом производства холоднокатаных труб и с действующей системой управления приводом перемещения оправки.
2. Разработать техническое задание на модернизацию системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб.
3. Осуществить собственно модернизацию системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб.
4. Оценить эффективность модернизации системы.

Объект исследований – способы повышения эффективности работы системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб.

Предмет исследований - система управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки труб ХПТ-450.

Методы исследований – методы выбора инкрементных датчиков, контроллеров, алгоритмы написания программ для программируемых логических контроллеров (ПЛК).

Новизна результатов работы состоит в следующем:

В алгоритме работы контроллера SIMATIC S7-300 предусмотрено и реализовано в среде разработки SIMATIC Manager наблюдение за пошаговой работой программы в режиме реального времени и периодическое сохранение информации о перемещении оправки.

Практическая ценность результатов работы:

Модернизация системы управления приводом перемещения оправки стана ХПТ-450, заключающаяся в обновлении аппаратной части системы (контроллера и датчика угловой скорости) и программного обеспечения (прошивки контроллера) повышает производительность труда за счет сокращения среднего времени простоя; позволяет сократить количество бракованной продукции и повысить производительность системы за счет реализован-

ной в алгоритме работы контроллера возможности продолжения работы ста-
на после отказа, начиная с последней успешной стадии.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ХОЛОДНОКАТАНЫХ КОНИЧЕСКИХ ТРУБ НА ПАО «ЧТПЗ»

1.1. Описание технологического процесса

Технологический процесс производства холоднокатаных стальных труб состоит из подготовки заготовок, холодной прокатки и отделки труб. Заготовками являются горячекатаные и прессованные трубы.

Трубные заготовки предварительно осматривают, обращая особое внимание на состояние концов. При наличии вмятин, забоин и других дефектов концов, их обрезают на специальных станках. Заготовки из высоколегированных сталей подвергаются предварительной термической обработке (обычно отжиг). Затем заготовки набирают в специальные пакеты и подвергают травлению, промывке, нейтрализации в щелочном растворе и сушке. После этого их осматривают и удаляют обнаруженные дефекты (риски, пленки, рванины, трещины, окалину и т. д.) на шлифовальных станках. Подготовленные заготовки труб промасливают и направляют на холодную прокатку (рис 1.1) [14].

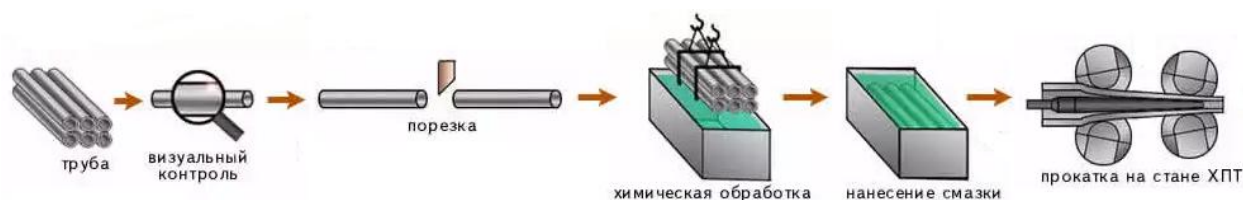


Рис. 1.1 Технологический процесс производства холоднокатаных стальных труб

Данный технологический процесс реализуется с помощью стана холодной прокатки ХПТ-450.

1.2. Общее устройство и назначение механизма стана ХПТ-450

Процесс холодной прокатки труб на стане ХПТ-450 является периодическим: трубу прокатывают частями по всей ее длине [9].

В соответствии с рис. 1.2 рабочая клетка стана имеет кривошипно-шатунный привод и совершает возвратно-поступательное движение на

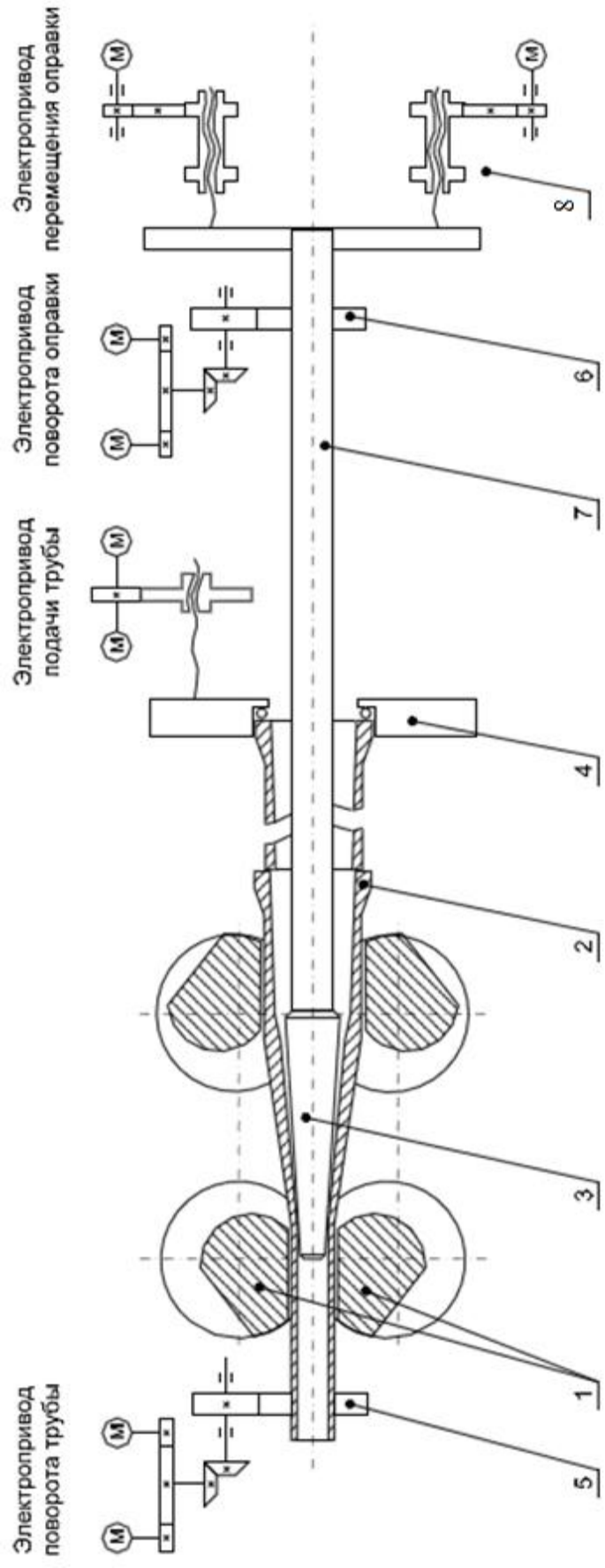


Рис. 1.2 – Функциональная схема стана ХПТ-450

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

14

ние оправки осуществляется от электропривода механизма перемещения через редуктор и винтовые пары. Поступательнодвигающиеся винты перемещают каретку, а вместе с ней и стержень с оправкой вдоль оси проката.

Перемещение оправки возможно только в тот период времени, когда рабочие валки освобождают трубу (образуется «зев»). Поэтому перемещение оправки при прокатке конических труб происходит одновременно с подачей.

Для всех механизмов стана: подачи трубы, перемещения оправки, поворота трубы и поворота стержня, используются асинхронные двигатели с фазным ротором типа МТН713-10 (4МТН355), работающие в синхронном некомпенсированном режиме в обращенном варианте.

1.3. Автоматизированная СУ станом холодной прокатки

Автоматизированная система управления, совокупность управляемого объекта и автоматических измерительных и управляющих устройств, в которой обработка информации, формирование команд и их преобразование в воздействия на управляемый объект осуществляются без участия человека.

Главным отличием системного программного обеспечения АСУ является возможность обеспечить решение задач в реальном времени. Обмен информацией с ОУ осуществляется в строго определенный период времени. Нарушение этих временных интервалов приводит к срыву процесса управления [1].

В простейших случаях реальное время обеспечивается путем организации циклических вычислительных процессов, в которых последовательность решения задач жестко задана временной диаграммой.

Основной задачей стана холодной прокатки является прокатка трубной заготовки на конической оправке с целью получения специальной конусообразной трубы.

Комплекс задач, решаемых АСУ станом, предназначен для сбора информации со всех объектов управления, выработки управляющих воздействий [4]. Система управления станом обеспечивает согласованное управление

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	09.04.01.2018.502 ПЗ					

ряда подсистем. С контроллера идет управление рядом контуров, таких как управление приводами перемещения, поворота оправки, приводами перемещения, поворота трубы. Структура АСУ станом ХПТ-450 представлена на рис.1.3.

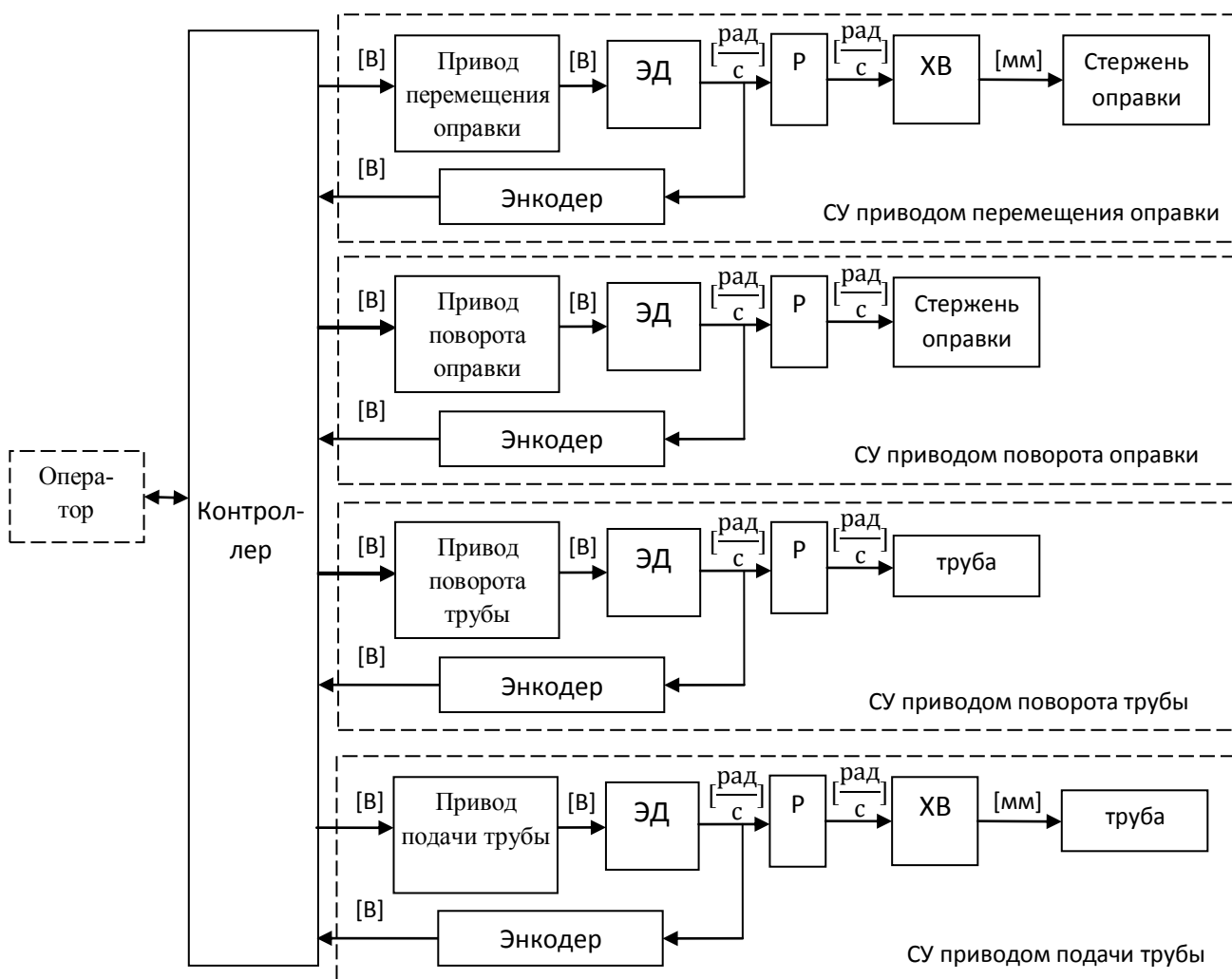


Рис. 1.3 Структура АСУ станом ХПТ-450

Рассмотрим каждую подсистему отдельно. Система управления приводом перемещения оправки (см. рис. 1.3) включает в себя:

- электропривод перемещения оправки 1 шт.;
- электродвигатель 1 шт.;
- редуктор 1 шт.;
- ходовой винт 1 шт.;
- энкодер 1 шт.;
- стержень оправки 1 шт.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

17

Сигнал о перемещении с контроллера поступает на электропривод. Электропривод преобразует этот сигнал в напряжение на электродвигатель. На валу двигателя стоит энкодер, который считывает фактическое угловое перемещение головки двигателя и передает на контроллер. Угловое перемещение через редуктор передается на ходовой винт, где преобразуется в линейное перемещение и стержень с оправкой перемещается.

Система управления приводом поворота оправки (см. рис. 1.3) включает в себя:

- электропривод поворота оправки 1 шт.;
- электродвигатель 1 шт.;
- редуктор 1 шт.;
- энкодер 1 шт.;
- стержень оправки 1 шт.

Сигнал о повороте с контроллера поступает на электропривод. Электропривод преобразует этот сигнал в напряжение на электродвигатель. На валу двигателя стоит энкодер, который считывает фактическое угловое перемещение головки двигателя и передает на контроллер. Угловое перемещение через редуктор передается стержню с оправкой, и оправка поворачивается.

Система управления приводом поворота трубы (см. рис. 1.3) включает в себя:

- электропривод поворота трубы 1 шт.;
- электродвигатель 1 шт.;
- редуктор 1 шт.;
- энкодер 1 шт.;
- труба 1 шт.

Сигнал о повороте с контроллера поступает на электропривод. Электропривод преобразует этот сигнал в напряжение на электродвигатель. На валу двигателя стоит энкодер, который считывает фактическое угловое перемещение головки двигателя и передает на контроллер. Угловое перемещение через редуктор передается трубе и труба поворачивается.

Система управления приводом подачи трубы (см. рис. 1.3) включает в себя:

- электропривод подачи трубы 1 шт.;
- электродвигатель 1 шт.;
- редуктор 1 шт.;
- ходовой винт 1 шт.;
- энкодер 1 шт.;
- труба 1 шт.

Сигнал о подаче с контроллера поступает на электропривод. Электропривод преобразует этот сигнал в напряжение на электродвигатель. На валу двигателя стоит энкодер, который считывает фактическое угловое перемещение головки двигателя и передает на контроллер. Угловое перемещение через редуктор передается на ходовой винт, где преобразуется в линейное перемещение, и труба перемещается [8].

Для начала процесса прокатки, задание на прокатку заносится в контроллер и по нажатию кнопки Пуска подачи, запускается СУ приводом подачи трубы, и труба подается в зону прокатки. Валки прокатывают заготовку, датчики зева регистрируют положение валков. Они могут находиться в переднем и заднем положениях. Когда образуется зев, запускаются СУ подачи трубы, перемещения оправки, поворота трубы, поворота оправки. Заданные перемещения, повороты сравниваются с фактическими, и разница учитывается при следующем проходе прокатки.

1.4. Анализ действующей СУ приводом перемещения оправки стана холодной прокатки

Рассмотрим подробнее систему управления приводом перемещения оправки (рис 1.4).

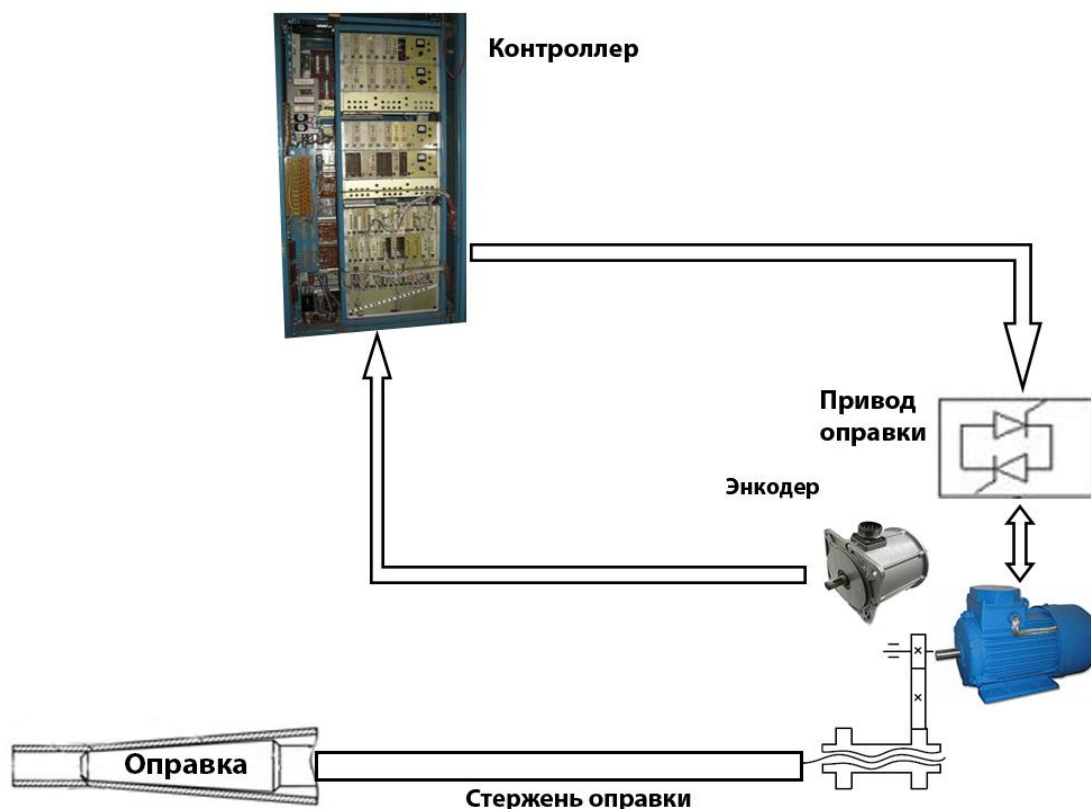


Рис. 1.4 - Принципиальная схема СУ приводом перемещения оправки

Система (см. рис. 1.4) включает в себя старый контроллер (не подлежит идентификации ни по марке, ни по производителю), Датчик «зева» валков – оптоэлектрический командоаппарат ВПФ11-01-182140-54У2 устанавливается на валу двигателя клетки, датчик перемещения оправки ПДФ-9, электронный привод управления двигателем оправки ЭПУ2М, электродвигатель МТН713-10, стержень на который крепится оправка. Когда рабочие валки освобождают трубу (образуется «зев»), это регистрирует индуктивный датчик и посылает сигнал на контроллер о том, что можно перемещать оправку. Контроллер формирует задание (на сколько миллиметров требуется переместить оправку) на привод оправки. Привод оправки в свою очередь преобразует это задание в напряжение для двигателя. Двигатель через редуктор и ходовой винт передает стержню оправки движение осевой подачи. И оправка закрепленная на стержне перемещается.

В теории управления для представления принципа работы системы используются функциональные схемы [7]. Изобразим функциональную схему

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

20

чтобы выделить прямую цепь, обратную связь, выделить объект управления, исполнительный механизм, управляемую величину.

Функциональная схема замкнутой системы управления приводом перемещения оправки указана на Рис. 1.5.

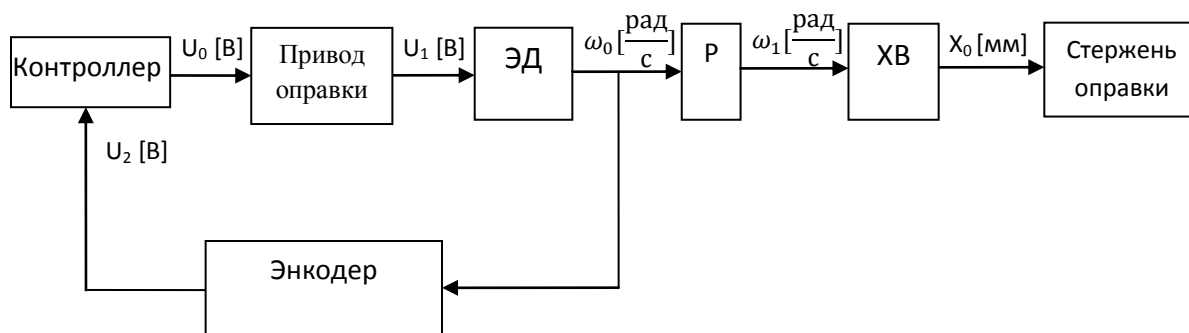


Рис. 1.5 Функциональная схема замкнутой СУ перемещением оправки

На рис. 1.5 приняты следующие обозначения:

U_0 – сигнал управления на привод оправки;

U_1 – напряжение на двигатель;

U_2 – угловая скорость двигателя преобразованная в напряжение;

ω_0 – угловая скорость на редуктор и энкодер;

ω_1 – угловая скорость на ходовой винт;

X_0 – величина перемещения на стержень оправки;

ЭД – электродвигатель;

Р – редуктор;

ХВ – ходовой винт.

Минусы действующей системы управления приводом перемещения оправки стана холодной прокатки:

- морально и физически устаревшая элементная база, в результате чего ремонт системы затруднен отсутствием элементов (их уже не впускают); молодым специалистам нецелесообразно разбираться в старой схемотехнике;
- частые аварии в системе, сопровождающиеся потерей (не сохранением) информации о параметрах прокатки, что приводит к необходимости после устранения аварийной ситуации начинать прокатку трубы заново.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

21

точную точность измерения углового перемещения. Для обеспечения большей точности, требуется заменить старый энкодер на более современный.

Замена контроллера неизбежно влечет за собой разработку прошивки, причем при разработке алгоритма можно будет устранить недостатки действующей системы в части невозможности возобновления работы СУ после аварии с последней успешной операции.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА МОДЕРНИЗАЦИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПРАВКИ СТАНА ХПТ – 450

2.1. Назначение, цели проекта и содержание выполняемых работ

Модернизации подлежит СУ приводом перемещения оправки. В состав системы входит контроллер, который является общим управляющим устройством и для других подсистем. Модернизация системы должна упростить управление перемещением оправки для оператора, сохранив при этом структуру и функциональные возможности стана ХПТ-450. Основная цель модернизации – при аварии продолжение работы СУ приводом перемещения оправки с последней успешной стадии.

Содержание выполняемых работ:

- замена программируемого логического контроллера;
- замена энкодера;
- создание алгоритма управления приводом перемещения оправки для контроллера;

Модернизация системы управления приводом перемещения оправки должна осуществляться с использованием средств автоматизации фирмы Siemens.

Общие требования к модернизированной системе:

Автоматизированная система должна обеспечивать:

- перемещение оправки при прокатке конических труб (труб с заданным законом изменения толщины стенки);
- периодически сохранять параметры перемещения оправки.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2.2. Технические требования модернизированной системы

Технические требования для ПЛК

- | | |
|--|-------------------|
| a) рабочая память не менее | 384 [кб]; |
| b) время выполнения логических операций не более | 0,05 [мкс]; |
| c) количество дискретных каналов ввода/вывода не менее | 1024; |
| d) количество аналоговых каналов ввода/вывода не менее | 128; |
| e) интерфейсы | MPI/DP +PROFINET. |

Технические требования блока питания для подключения ПЛК к электрической сети:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------|
| a) Входное напряжение | 220 [В]; |
| b) Входной ток | 1 [А]; |
| c) Частота сети | 50 [Гц]; |
| d) Выходное напряжение | 24 [В] пост. тока; |
| e) выходной ток | 5 [А]; |
| f) потребляемая мощность не более | 150 [Вт]; |
| g) КПД не менее | 70%. |

Технические требования для энкодера:

- | | |
|---|--------------|
| a) источник питания | 5 [В]; |
| b) мин. разрешение (импульсов / оборот) | 1000; |
| c) макс. допустимая скорость вращения | 6000 об/мин. |

Требования к функциям программного обеспечения системы:

- управления процессом перемещения оправки;
- сохранение данных (величина перемещения оправки) о последней успешной стадии прокатки.

3. МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОПРАВКИ СТАНА ХПТ-450

3.1. Принципиальная схема модернизированной СУ приводом перемещения оправки

Принципиальная схема модернизированной СУ приводом перемещения оправки представлена на Рис 3.1.

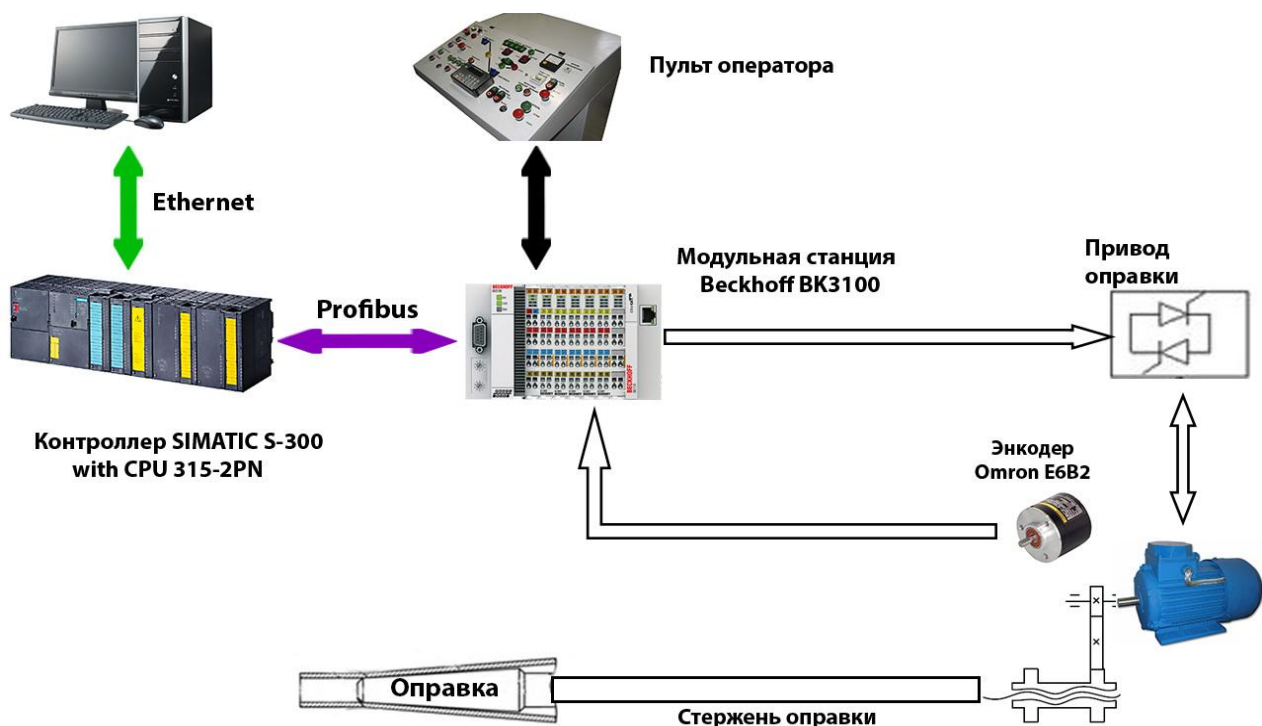


Рис. 3.1 - Принципиальная схема СУ приводом перемещения оправки
Система включает (см. рис. 3.1) следующие элементы:

- ПЛК SIMATIC S7-300;
- блок питания (PS), который используется для подключения SIMATIC S7-300 к источнику питания постоянного напряжения 24 В;
- центральный процессор (CPU-315-2 PN/DP);
- модульную станцию BK3100 для ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов;
- инкрементальный энкодер E6B2-CWZ6C-1000 P/R 2M (Omron).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

26

3.2. Выбор оборудования

3.2.1. Выбор программируемого логического контроллера

Согласно техническому заданию, модернизация системы стана должна осуществляться с использованием средств автоматизации фирмы Siemens. Рассмотрим наиболее распространенные контроллеры этой фирмы.

SIMATIC S7-200 – экономичный микро-ПЛК:

- производство серийных машин;
- применение для одиночных проектов;
- компактный дизайн, модульно расширяемый;
- входы и выходы интегрированы в ЦПУ;
- работа в реальном времени;
- высокоскоростные счетчики, входы для тревог и прерываний;
- легкое в обучении инжиниринговое ПО;
- многочисленные коммуникационные возможности;
- До 128/120 вх/вых цифровых и 28/14 аналоговых каналов до 24 КБ

памяти программ.

- Цена 122 – 485 € (в зависимости от процессора)

SIMATIC S7-300 – для системных решений в дискретных технологических процессах:

- для универсального использования;
- большой выбор модулей и ЦПУ;
- высокая производительность;
- компактный дизайн;
- не требует обслуживания благодаря использованию микрокарт памяти для хранения данных и программ;
- до 65 536 цифровых и 4 096 аналоговых каналов, до 1,4 МБ памяти программ.

- 343 – 4599 € (в зависимости от процессора)

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

09.04.01.2018.502 ПЗ

SIMATIC S7-400 – мощный ПЛК для системных решений в дискретных и непрерывных технологических процессах:

Чрезвычайно высокая скорость обработки и мощные коммуникационные возможности

- время выполнения команд сложения или умножения с фиксированной точкой всего лишь 0.03 мкс;
- быстрый отклик, детерминизм;
- вертикальная интеграция;
- изменение конфигурации распределенного ввода/вывода во время работы позволяет избежать остановки процесса;
- изохронный режим для PROFIBUS для управления высокоскоростными машинами;
- до 131 072 цифровых и 8 192 аналоговых каналов, до 30 МБ памяти программ.
- 1233 – 12709 € (в зависимости от процессора)

Исходя из предложенных вариантов и технического задания, контроллер SIMATIC S7-300 является оптимальным вариантом так как:

- соответствует требованиям технического задания;
- является самым выгодным по цене вариантом;
- на предприятии очень распространена данная серия контроллеров. В случае неисправности для увеличения коэффициента готовности возможно в кратчайшие сроки поменять контроллер, т.к предприятие имеет запас данных ПЛК, а также заменить на аналогичный, взятый с другого автоматизированного комплекса

Далее выберем модуль центрального процессора (CPU) для контроллера. В Таблице 1 указаны основные характеристики CPU S7-300.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

возможность свободного подключения и отключения сетевых узлов во время работы сети.

В качестве активных (ведущих) устройств сети PROFIBUS могут использоваться:

- системы SIMATIC S7-300, S7-400, M7-300, M7-400 и C7 с интерфейсом PROFIBUS-DP;
- устройства человеко-машинного интерфейса;
- программаторы PG 720, PG 740, PG 760 со встроенным интерфейсом;
- персональные компьютеры с коммуникационными процессорами CP 5412(A2) /5511/ 5611 / 5613;
- системы управления SINUMERIK;
- системы управления SIMADYN;
- SCADA пакет WinCC flexible.

3.2.2. Выбор датчика угловой скорости

Датчик угла поворота, также называемый энкодер — устройство, предназначенное для преобразования угла поворота вращающегося объекта (вала) в электрические сигналы, позволяющие определить угол его поворота. Датчики угла поворота широко применяются в промышленности, станкостроительных заводах, робототехнических комплексах, системах технологического и промышленного контроля, а так же во всевозможных измерительных устройствах, требующих высокоточной регистрации угловых перемещений объекта. Преобразователи угол-код практически полностью вытеснили широко применявшиеся ранее сельсины и дифференциальные трансформаторы угла поворота.

Инкрементальные датчики вращения и датчики угла при вращении формируют импульсы, по которым принимающее устройство определяет текущее положение координаты путем подсчета числа импульсов счётчиком. Для привязки системы отсчета инкрементальные датчики имеют референт-

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	09.04.01.2018.502 ПЗ					

ную метку («маркер»), одну на оборот, через которую нужно пройти после включения оборудования.

Магнитные энкодеры регистрируют прохождение магнитных полюсов вращающегося магнитного элемента непосредственно вблизи чувствительного элемента, преобразуя эти данные в соответствующий цифровой код.

Фотоэлектрические энкодеры используют фотоэлектрический эффект. Во время работы фотоэлектрического энкодера происходит непрерывное преобразование света в электрический сигнал. Синонимы – оптоэлектронный, оптронный и оптический энкодер. По сравнению с приборами на другом физическом принципе действия, фотоэлектрические энкодеры более требовательны к технологии производства, условиям эксплуатации, размерам конструкции и т.д., однако обладают большим потенциалом по точности и разрешению.

Абсолютный энкодер относится к классу абсолютных датчиков положения. На его выходах появляется цифровой код, определяющий текущее положение объекта (текущее значение угла). Как правило, оптическая схема и электронная обработка сигналов в абсолютных энкодерах сложнее, чем, например, в инкрементальных энкодерах. Однако абсолютные энкодеры выдают код положения (текущее значение угла), а это свойство часто является обязательным для работы системы.

Для унификации оборудования подходят угловые энкодеры фирмы Omron в Таблице 2 и 3.

Таблица 2 Технические характеристики инкрементальных датчиков

Параметры		Инкрементальные датчики					
Модель		Е6А2-С	Е6В2-С	Е6С2-С	Е6С3-С	Е6F-С	Е6Н-С
Тип		Миниатюрные	Компактные	Водозащитном исполнении		Корпус повышенной прочности	С полным валом
Диа-	Миним.	10			100		300

Исходя из этих требований и таб.3, таб.4, в качестве устройства подсчета углового перемещения выбор пал на инкрементальный датчик типа E6B2-CWZ6C-1000 P/R 2M (Omron). Ось энкодера связана с силовой головкой двигателя, находящегося в соприкосновении со стержнем оправки.

Внешний вид, габаритные размеры энкодера E6B2-CWZ6C, показаны на рис. 3.2.

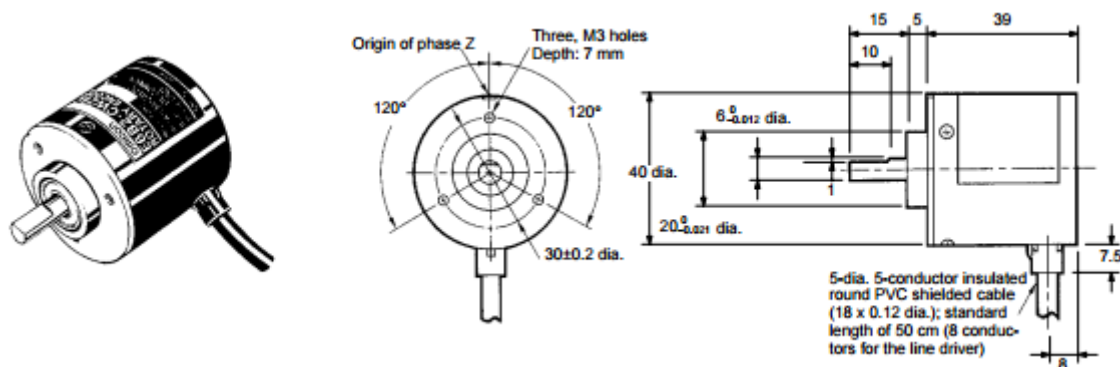


Рис. 3.2 Внешний вид и габаритные размеры энкодера E6B2-CWZ6C.

Основные преимущества датчика угловой скорости Omron:

- маленькие габаритные размеры (диаметр корпуса всего 40 мм);
- высокое разрешение (1000 импульсов на оборот);
- широкий диапазон рабочих напряжений от 5 до 24 В постоянного тока.

Сравнение старого энкодера ПДФ – 9, и нового Omron E6B2-CWZ6C приведено в таблице 4 [13].

Таблица 4 Сравнительная характеристика энкодеров

Параметр	ПДФ - 9	E6B2-CWZ6C
Входное напряжение, В	5	5
Разрешение, импульсов/оборот	625	1000
Диапазон частоты вращения, об/мин	0 - 6000	0 - 6000
Общая масса, кг	1,9	0,13

3.2.3. Выбор блока питания

Для питания S7-300, а также датчиков и исполнительных устройств предоставляются в распоряжение различные источники питания фирмы Siemens:

- PS 305; 2 А;
- PS 307; 2 А;
- PS 307; 5 А;
- PS 307; 10 А;

Для наших целей подойдет блок питания PS 307 на 5 А. Это единственный блок питания из семейства Siemens, который подойдет под требования технического задания. Исходя из названия видно, что единственный контроллер обеспечивает необходимый выходной ток. Схема подключения приведена на рис. 3.3.

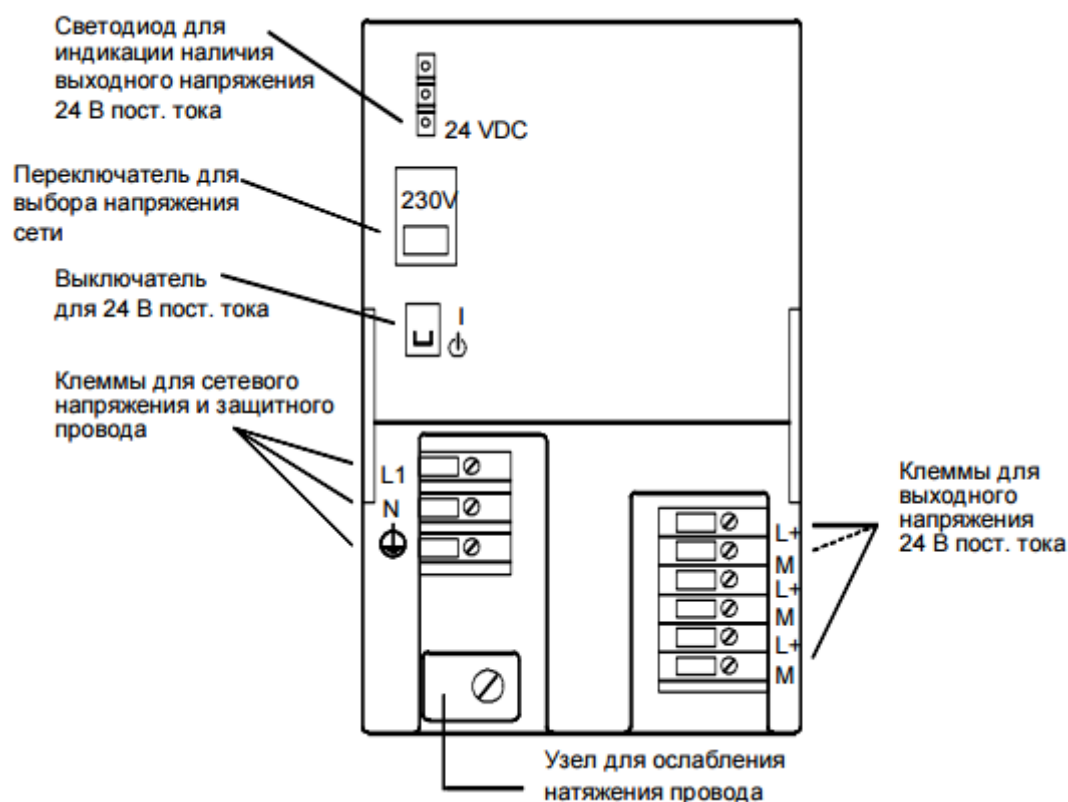


Рис. 3.3 Схема подключения PS 305; 2 А

Для защиты питающей линии блока питания PS 307 (5 А) рекомендуется установить миниатюрный автоматический выключатель (например, серии 5SN1 фирмы Siemens) со следующими номинальными данными:

- номинальный ток при 230 В перем. тока: 10 А
- характеристика срабатывания (тип): С.

В таблице 5 приведены основные технические данные блока питания фирмы Siemens PS 307 (5 А). Все технические данные удовлетворяют требованиям технического задания.

Таблица 5 Технические данные PS 307; 5А.

Размеры и вес	
Размеры Ш x В x Г, мм	80 x 125 x 120
Вес, г	740
Входные данные	
Входное напряжение, В	120/230 переменного тока
Частота сети, Гц	От 47 до 63
Номинальный входной ток, А	при 120 В – 2 А при 320 В – 1 А
Пусковой ток	45 А
Выходные данные	
Выходное напряжение, В	24
Выходной ток, А	5
Другие параметры	
Буферизация исчезновения напряжения сети (при 93 или 187 В)	мин. 20 мс
КПД	87%
Потребление мощности	138 Вт

Дальше необходимо разработать алгоритм работы системы управления приводом перемещения и написать программу для контроллера.

3.3. Разработка программы управления приводом перемещения оправки стана ХПТ-450

В данном разделе рассматривается разработка программы автоматической системы управления приводом перемещения оправки в среде разработки STEP 7.

STEP 7 - это базовый пакет программ, включающий в свой состав весь спектр инструментальных средств, необходимых для программирования и эксплуатации систем управления, построенных на основе программируемых контроллеров SIMATIC S7/C7, а также систем компьютерного управления SIMATIC WinAC.

STEP 7 поставляется в трех вариантах:

- STEP 7 Lite - облегченная версия, используемая для программирования только SIMATIC S7-300 и SIMATIC C7;
- STEP 7 - полная версия для приложений, связанных с применением всех систем автоматизации SIMATIC;
- STEP 7 Professional - это пакет программ. В состав пакета входят STEP 7, S7-SCL, S7-GRAPH и S7-PLCSIM.

Отличительной особенностью пакета STEP 7 является возможность разработки комплексных проектов автоматизации, базирующихся на использовании множества программируемых контроллеров, промышленных компьютеров, устройств и систем человеко-машинного интерфейса, устройств распределенного ввода-вывода, сетевых структур промышленной связи. Ограничения на разработку таких проектов накладываются только функциональными возможностями программаторов или компьютеров, на которых установлен STEP 7 [12].

Инструментальные средства STEP 7 позволяют реализовать:

- конфигурирование и определение параметров настройки аппаратуры;
- конфигурирование систем промышленной связи и настройку параметров передачи данных;
- программирование, тестирование, отладку и запуск программ отдельных систем автоматизации, а также их локальное или дистанционное обслуживание;
- документирование и архивирование данных проекта;



Рис. 3.6 Функциональный план (FBD)

4. SCL (паскалеподобный язык высокого уровня), который является дополнительным и может не входить в стандартную поставку.

Несколько дополнительных пакетов предоставляют следующие языки: S7-GRAPH (последовательное управление), S7-HiGraph (программирование с диаграммами «состояние-переход») и CFC (соединение блоков; похож на диаграмму функциональных блоков).

Различные методы представления позволяют каждому пользователю выбрать подходящее описание функции управления. Такая широкая адаптируемость в представлении решаемой задачи управления значительно упрощает работу со STEP 7.

3.3.1. Разработка алгоритма управлением приводом оправки для ПЛК S7-300

Для управления приводом перемещения оправки необходимо разработать программу для ПЛК S7-300, но перед этим необходимо разработать алгоритм. Разработаем алгоритм в виде блок-схемы.

Основная блок-схема алгоритма показана на рис 3.7. В блок схеме были приняты следующие обозначения:

НКУ – низковольтное комплектное устройство

ШСР – шкаф силовой распределительный

9ПУ – пульт управления

Распишем условия принятые на блок – схеме рис 3.7.

Условие 1.

Если Кнопка “Пуск” из 9ПУ нажата ($I0.2 = 1$), то Да. Если Кнопка “Стоп” из 9ПУ нажата ($I0.3 = 1$) или Конец 2 участка ($M110.2 = 1$), то Нет.

Условие 2. ПУСК НКУ

Если Тумблер “Авт. опривка” включен ($I1.6 = 1$) и Тумблер “Авт. подача” включен ($I0.4 = 1$) и Кнопка “Пуск опривка” нажата ($I1.4 = 1$), то Да. Если Кнопка “Стоп опривка” ($I1.5 = 1$) или Кнопка “Стоп подача” ($I0.3 = 1$) нажаты, то Нет.

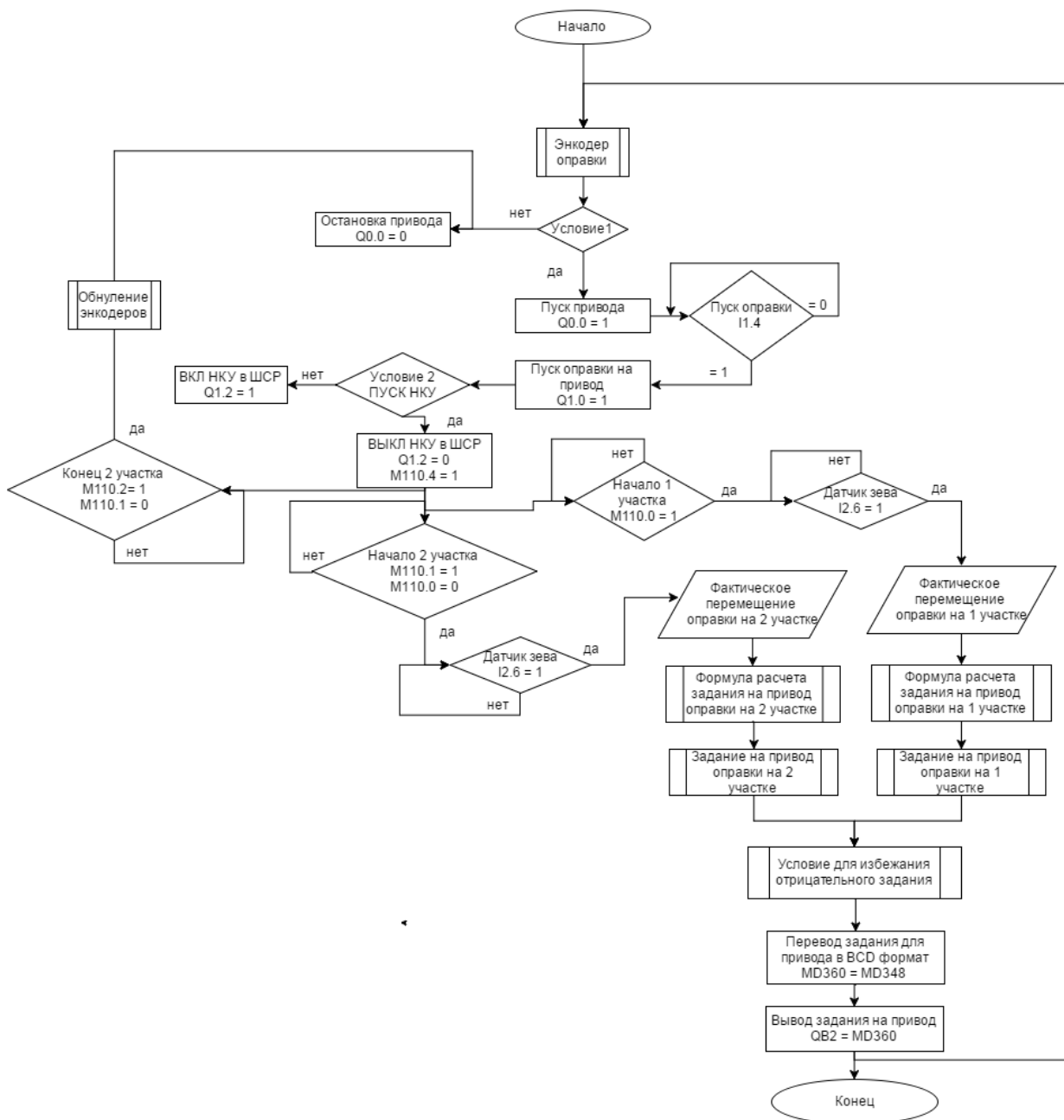


Рис. 3.7 Основной алгоритм программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Блок-схема подпрограммы Энкодер оправки приведена на Рис.А1 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Обнуление энкодеров приведена на Рис.А2 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Формула расчета задания на привод оправки на 1 участке приведена на Рис.А3 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Формула расчета задания на привод оправки на 2 участке приведена на Рис.А4 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Задание на привод оправки на 1 участке приведена на Рис.А5 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Задание на привод оправки на 2 участке приведена на Рис.А6 в Приложении Блок-схемы.

Блок-схема подпрограммы Условие для избежания отрицательного задания приведена на Рис.А7 в Приложении Блок-схемы.

После написания алгоритма работы системы управления приводом перемещения оправки, перейдем к написанию самой программы.

3.3.2. Программирование ПЛК в пакете SIMATIC Manager

3.3.2.1. Интерфейс рабочего окна SIMATIC Manager

SIMATIC Manager - это графический интерфейс для редактирования объектов S7 (рис 3.8).

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

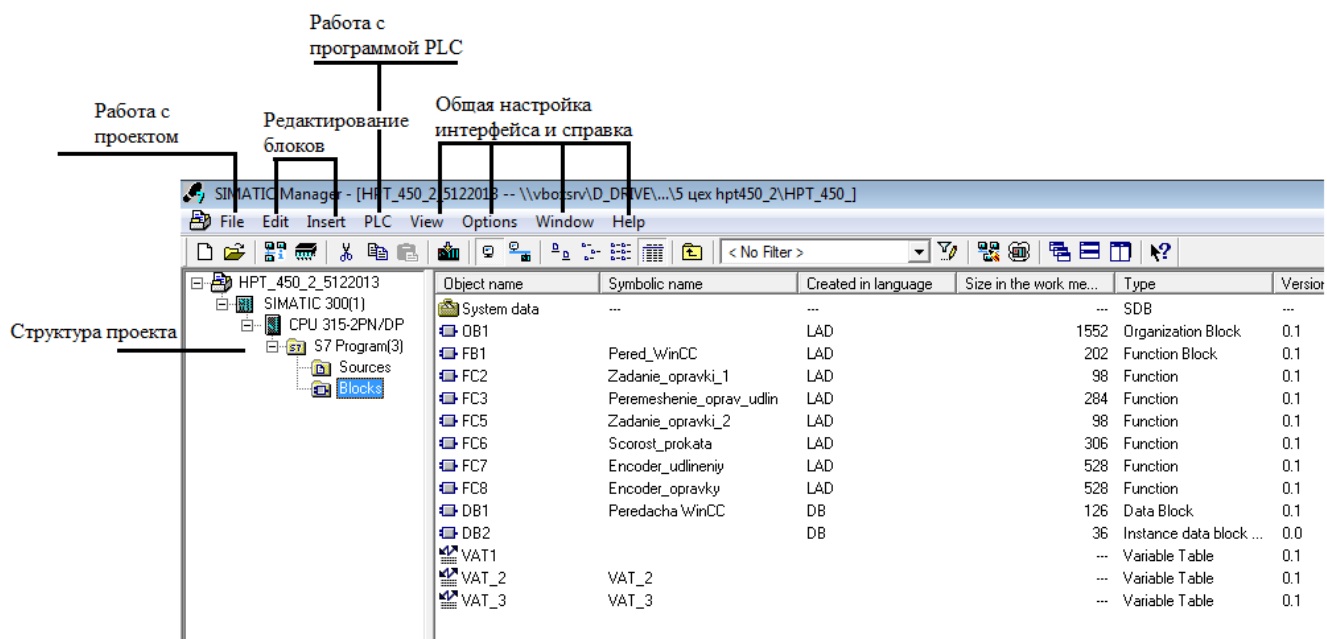


Рис. 3.8 Рабочее окно SIMATIC Manager

Основными элементами панели главного меню программы SIMATIC Manager являются разделы File, Edit, Insert, PLC, View, Options, Window и Help. На панели инструментов вынесены наиболее часто используемые кнопки.

Структурно, данные хранятся в проекте в виде объектов. Объекты в проекте представлены в виде древовидной структуры, расположенной в левой части рабочего окна. Структура проекта, аналогична используемой в Windows Explorer, что делает интерфейс программы интуитивно понятным для пользователя, а различия заключаются лишь в иконках объектов.

Содержимое правой части окна SIMATIC Manager зависит от выбранного в левой части объекта.

На верхнем уровне структуры расположен проект HPT_450. Каждый проект представляет базу, в которой хранятся все относящиеся к нему данные. Элементами проекта являются сети и их элементы - станции и другие узлы. Проект HPT_450 содержит интерфейс PROFIBUS, к которому подключена станция SIMATIC 300 (рис. 3.9). Объект PROFIBUS создается автоматически и представляет интерфейс для PG и коммуникационный интерфейс для CPU.

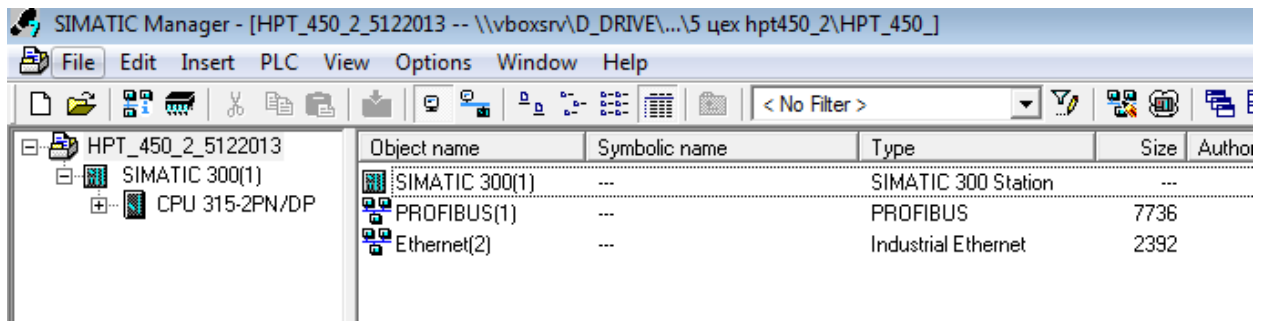


Рис. 3.9 Структура проекта в SIMATIC Manager

На втором уровне, находятся станции, которые являются основой для конфигурирования аппаратуры. Здесь хранится информация о конфигурации аппаратуры и параметрах модулей. Проект на уровне станций содержит один элемент - SIMATIC 300, который в свою очередь содержит контроллер CPU315-2PN/DP. Доступ к ведомые устройствам может быть получен при помощи утилиты Hardware (рис. 3.10).

Процессор CPU315-2PN/DP содержит пользовательскую программу S7 Program, которая представлена в виде блоков Blocks (рис. 3.11). Расположенные ниже уровни зависят от содержимого предыдущих.

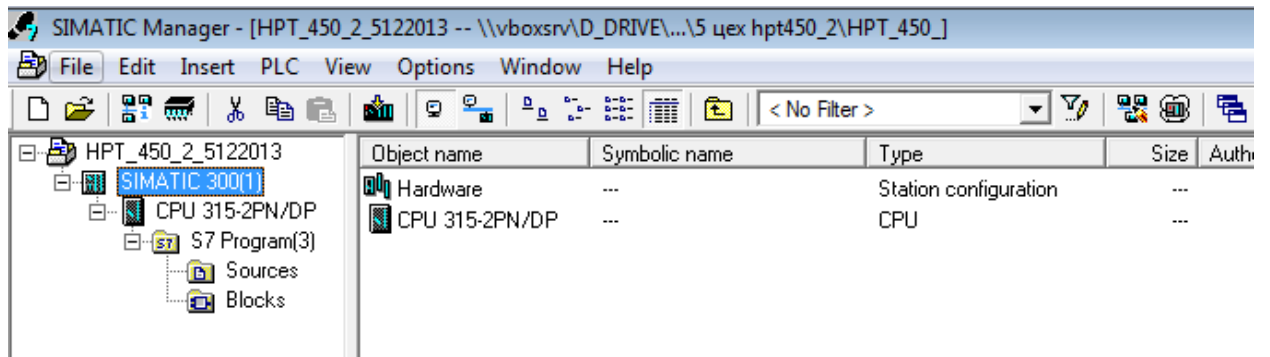


Рис. 3.10 Уровень станции в SIMATIC Manager

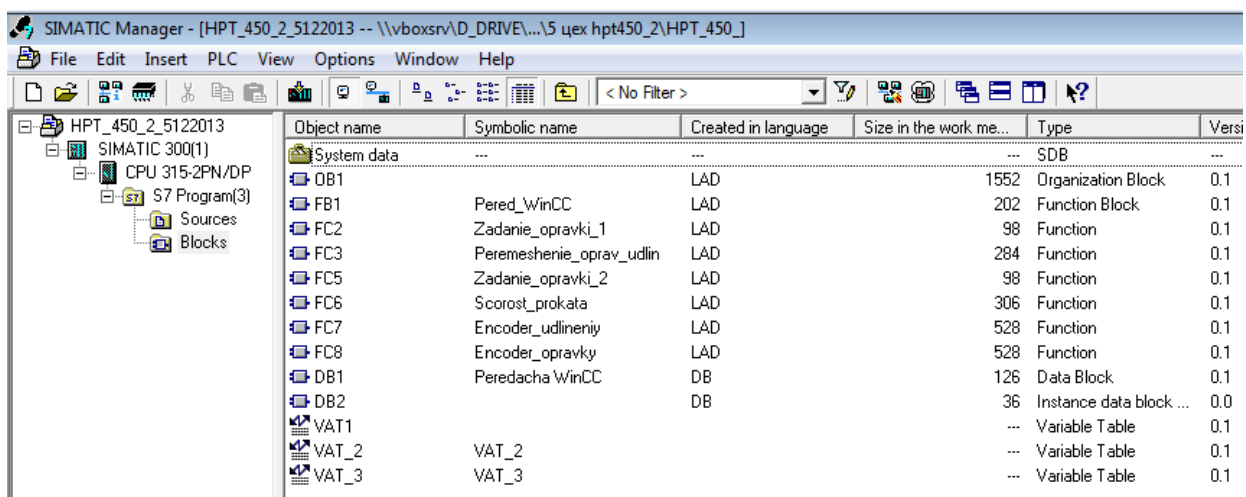


Рис. 3.11 Уровень блоков

3.3.2.2. Команды и символы используемые в SIMATIC Manager

LAD - это графический язык программирования. Синтаксис команд похож на синтаксис коммутационной схемы. LAD позволяет следить за сигналом при его прохождении через различные контакты, составные элементы и выходные катушки.

В таблице 6 представлены символы, используемые при разработке программы в LAD виде, в пакете SIMATIC Manager.

Таблица 6 Символы контактных схем (логические соотношения)

Изображение	Краткое описание
--- ---	Нормально открытый контакт. Контакт "замкнут", если состояние сигнала относящегося к нему операнда равно «1». При состоянии сигнала соответствующего операнда равном «0», контакт "разомкнут".

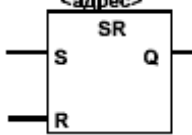
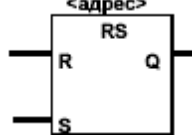
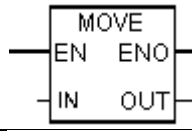
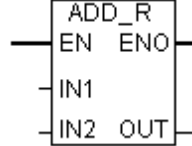
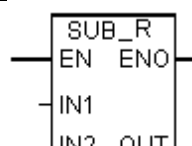
Продолжение таблицы 6

Изображение	Краткое описание
--- / ---	Нормально закрытый контакт. Контакт "замкнут", если состояние сигнала относящегося к нему операнда равно "0". При состоянии сигнала соответствующего операнда равном «1», контакт "разомкнут".
---()	Выходная катушка. Состояние сигнала операнда, относящегося к обмотке, равно «1», если в цепи есть ток. Операнд имеет состояние сигнала "0", если ток по цепи не идет. Выходную катушку можно установить только на правом конце логической цепи.

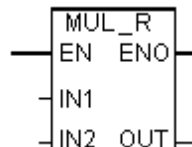
---(R)	Катушка сброса. Состояние сигнала операнда, относящегося к обмотке, равно «1», если в цепи есть ток. Операнд имеет состояние сигнала "0", если ток по цепи не идет. В качестве <адреса> может также использоваться таймер (Т) для сброса его значения в "0" или счетчик (С) для сброса его в "0".
---(S)	Катушка установки. Инструкция установить бит выполняется только тогда, когда RLO предыдущей инструкции равен 1. Если RLO равен 1, эта инструкция устанавливает указанный адрес в 1. Если RLO равен 0, то инструкция не влияет на указанный адрес, который остается неизменным.

В таблице 7 описаны команды, используемые при разработке программы в пакете SIMATIC Manager.

Таблица 7 Команды для работы с памятью

Команда	Описание
	Установка – сброс триггера
	Сброс-установка триггера
	Присвоить значение
	Сложение чисел с плавающей точкой
	Вычитание чисел с плавающей точкой

Продолжение таблицы 7

Команда	Описание
	Умножение чисел с плавающей точкой

Блоки данных DB используются для хранения постоянных данных (констант) и переменных данных использующихся как блоками цикловой обработки, так и блоками диагностики.

3.3.2.3. Создание проекта в SIMATIC Manager

Рассмотрим основные этапы создания проекта с помощью мастера «New Project Wizard», который находится в разделе «File» главного меню утилиты SIMATIC Manager. Создание проекта состоит из четырех шагов.

На первом шаге создания проекта (рис. 3.12), необходимо выбрать структуру проекта по умолчанию, показанную в двух окнах, нажав кнопку «Finish», или продолжить пошаговое создание проекта, нажав кнопку «Next».

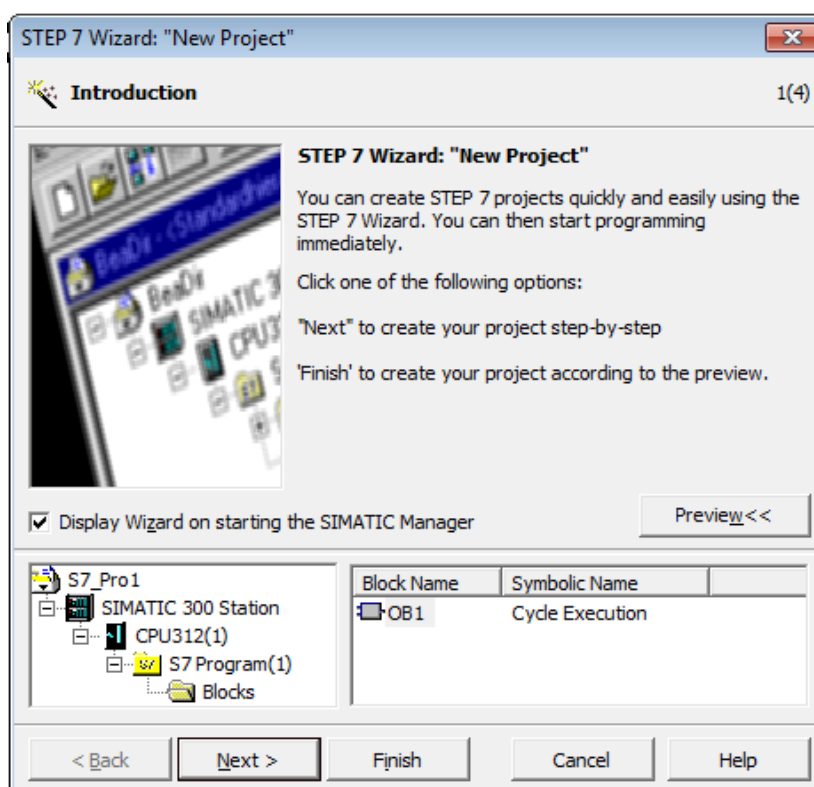


Рис. 3.12 Первый шаг создания проекта

В пошаговом режиме появляется второе окно (рис. 3.13), в котором выбирается тип процессора из списка, задание его MPI-адреса, адреса для подключения к многоточечному интерфейсу (Multi Point Interface).

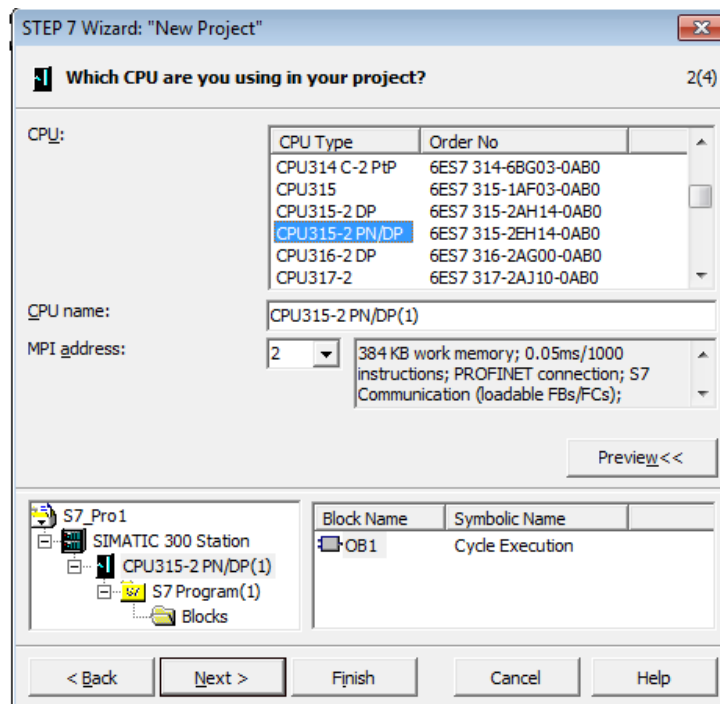


Рис. 3.13 Выбор типа процессора

На третьем этапе определяются типы организационных блоков (рис. 3.14).

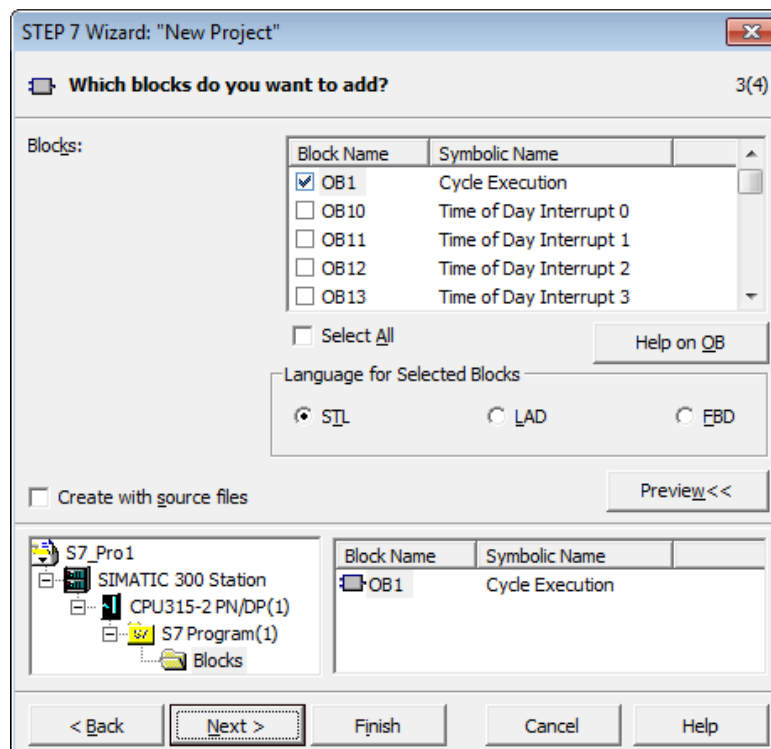


Рис. 3.14 Выбор организационных блоков программы

Организационные блоки используются в программе и выполняют определенные функции.

В окне также устанавливается язык программирования, наиболее удоб-

ный для пользователя:

список операторов STL;

контактный план LAD;

функциональный оператор;

В последнем окне (рис. 3.15), задается имя проекта. Результатом работы «New Project Wizard» является созданный проект, появляющийся после нажатия кнопки Finish. Добавление новых элементов в проект осуществляется через меню «Insert».

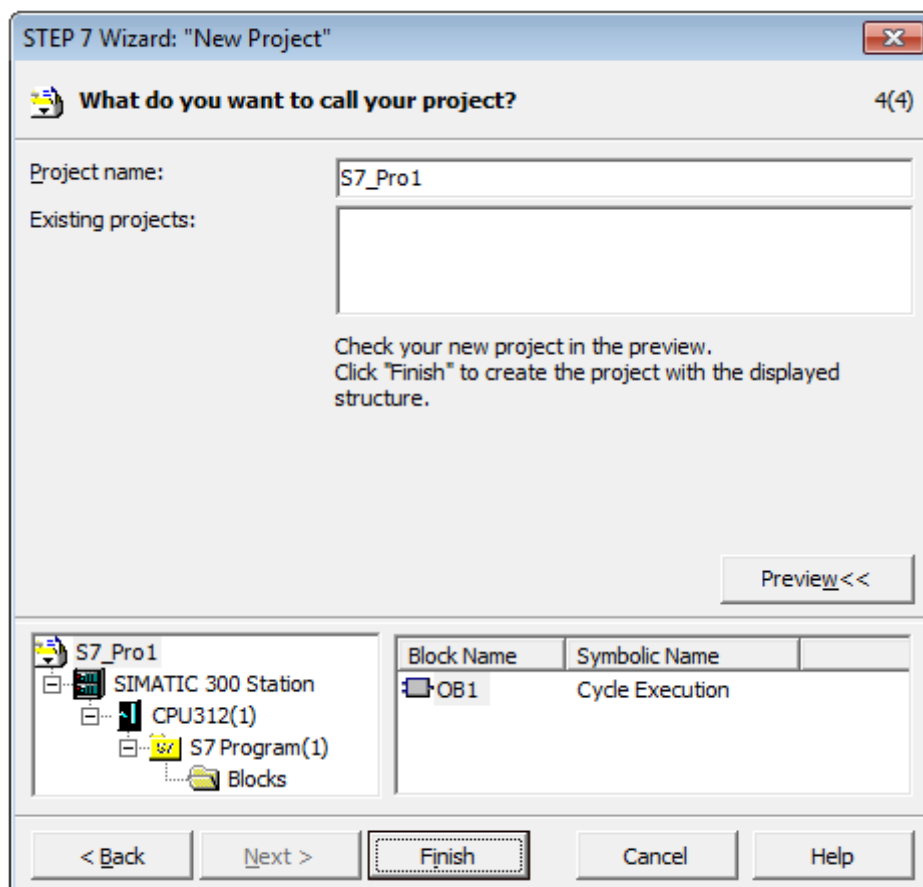


Рис. 3.15 Задание имени создаваемого проекта

3.3.2.4. Реализация алгоритма на языке Simatic Step 7

В данном проекте использовался язык программирования LAD.

С помощью LAD можно управлять обработкой программы (программным потоком) и разрабатывать структурированные программы. Наряду с циклической обработкой основной программы можно включить программные секции, управляемые событиями, а также повлиять на

поведение контроллера при запуске и при возникновении событий-ошибок/сбоев.

Отрывок основного цикла программы показан на рис 3.16.

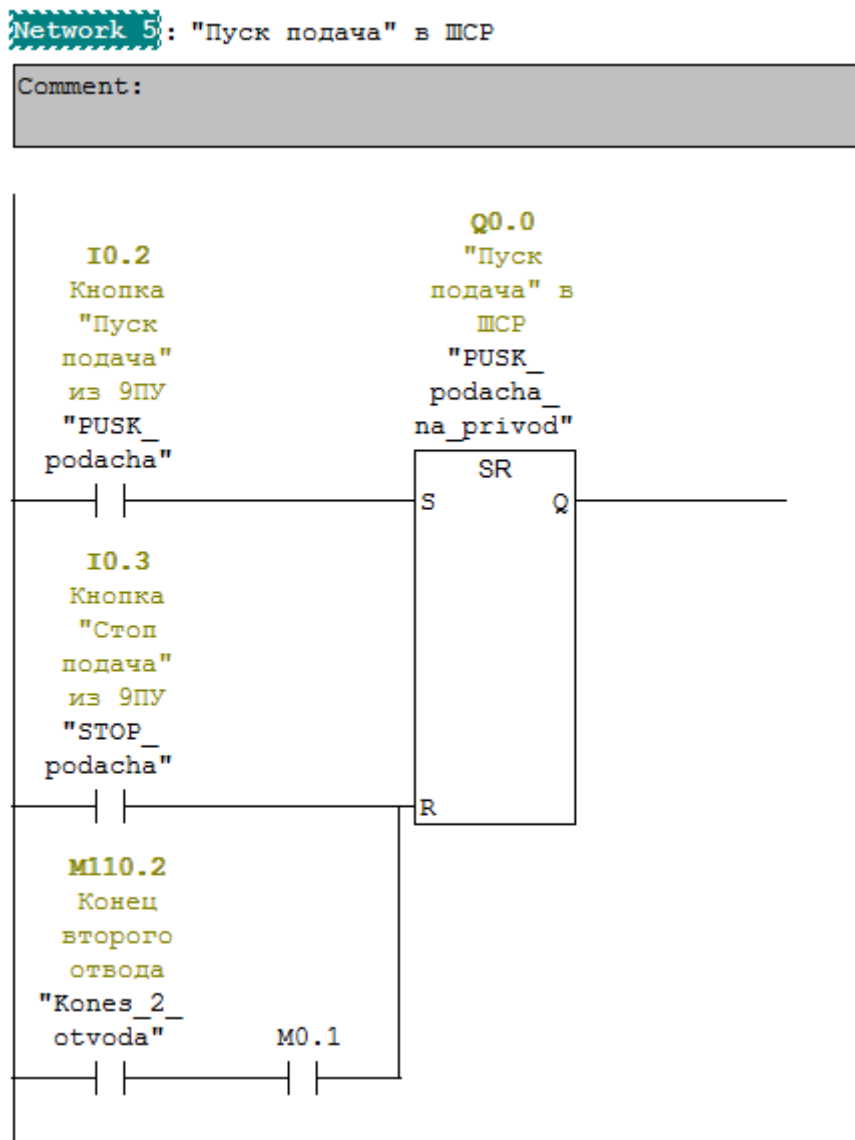


Рис. 3.16 Код основного цикла программы Network 5

Остальной код приведен в Приложении Код программы, Рис.Б1 – П18.

3.4. Оценка эффективности модернизации системы

Для оценки эффективности модернизированной системы будем использовать такой показатель как производительность труда.

Производительность труда – основной показатель экономической эффективности промышленного производства и каждого предприятия. Производительность труда определяется по количеству или объему производимой продукции в единицу времени. Формула расчета производительности труда имеет вид:

$$P = \frac{Q}{t}$$

где, Q - количество (объем) произведенной продукции, штук (т, м³ и т.д.); t – время, потраченное на производство данного объема продукции (трудозатраты), ч.

По данной формуле не учитывается простой оборудования для его учета вводится коэффициент простоя K_{пр} значение которого варьируется от 0 до 1 (отношение среднего времени простоя оборудования ко всему времени работы). Формула расчета производительности труда с учетом коэффициента простоя

$$P = \left(\frac{Q}{t}\right) \times (1 - K_{пр}).$$

Расчет производительности действующей системы и модернизированной (за один календарный месяц) сведены в таблицу 8:

Таблица 8 Параметры производительности

	Параметры действующей системы	Параметры Модернизированной системы
Q, шт/мес	14	15
t, ч	152	152
K _{пр}	0,395	0,348
t _{пр} , ч	60	53
P, шт/ч	0,056	0,064

Расчет производительности труда действующей системы:

$$K_{пр} = \frac{t_{пр}}{t} = \frac{60}{152} = 0,395;$$

$$P = \left(\frac{14}{152}\right) \times (1 - 0,395) = 0,056 \text{ шт/ч.}$$

В модернизированной системе за счет сохранения параметров перемещения оправки, в случае аварии удалось снизить среднее время простоя оборудования. Производительность труда модернизированной системы составила:

$$K_{\text{пр}} = \frac{53}{152} = 0,348;$$

$$P = \left(\frac{15}{152}\right) \times (1 - 0,348) = 0,064 \text{ шт/ч.}$$

Производительность труда модернизированной системы увеличилась 1,15 раз.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Выводы по главе 3

1. Произведен анализ и выбор ПЛК фирмы SIEMENS, SIMATIC S7-300 и выбран центральный процессор CPU-315-2 PN/DP с рабочей памятью 384 кб, встроенным интерфейсом MPI/DP+PROFINET и ценой в 2165 €.
2. В качестве устройства подсчета углового перемещения вала двигателя произведен обоснованный выбор инкрементального энкодера типа E6B2-CWZ6C (Omron) с разрешением 1000 импульсов на оборот и макс. допустимой скоростью вращения 6000 об/мин.
3. Для питания ПЛК подобран блок питания PS 305; 5 А с входным напряжением 220 В, выходным напряжением 24 В, выходным током 5 А и потребляемой мощностью 138 Вт.
4. Составлена функциональная схема модернизированной системы управления приводом перемещения оправки.
5. Разработан и реализован в среде SIMATIC Manager на языке LAD, алгоритм работы ПЛК S7-300, обеспечивающий управление приводом перемещения оправки, а также сохранение информации о перемещении оправки. Особенность алгоритма – в реализации функции периодического сохранения информации о величине перемещения оправки, что необходимо для продолжения процесса прокатки после аварии точно с того места, где остановились.
6. За счет модернизации СУ приводом перемещения оправки удалось снизить среднее время простоя оборудования на 13%, повысить кол-во выпускаемой продукции на 7%, увеличить производительности труда на 15%.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе решалась задача модернизации системы управления на базе контроллера SIMATIC S7-300 фирмы Siemens. В ходе проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Анализ действующей на ПАО «ЧТПЗ» системы управления (СУ) приводом перемещения оправки (в составе АСУ станом ХПТ-450) показал, что требуется модернизация СУ в части обновления элементной базы системы (контроллера и энкодера) на базе средств автоматике фирмы Siemens Omron, что также требует разработки и реализации алгоритма работы контроллера, причем от алгоритма требуется сохранение параметров прокатки.

2. В рамках модернизации СУ по критериям объем рабочей памяти – не менее 384 Кб; времени выполнения логических операций – не более 5 мкс; кол-во дискретных/аналоговых каналов – не менее 1024; выбран контроллер Siemens SIMATIC S7-300 с центральным процессором 315-2 PN/DP.

3. По критерию точности измерения углового перемещения вала двигателя привода перемещения оправки – не более выбран инкрементальный энкодер Omron E6B2-CWZ6C с разрешением – 1000 импульсов/оборот; макс. допустимой скоростью вращения – 6000 об/мин.

4. Разработан и реализован в среде SIMATIC Manager алгоритм работы ПЛК S7-300 на языке LAD, обеспечивающий управление приводом перемещения оправки, а также сохранение информации о перемещении оправки, что дает возможности в случае аварии продолжать прокатку точно с того места, где остановились.

5. Модернизация СУ позволяет снизить среднее время простоя оборудования на 30%, повысить количество выпускаемой продукции на 12%, увеличить производительности труда на 35%.

										Лист
										57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	09.04.01.2018.502 ПЗ					

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Вальков, В.М. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В.М. Вальков, В.Е.Вершин - Л.: Политехника, 1991. - 269с.
- 2 ГОСТ 19.701–90 (ИСО 5807–85). Единая система программной документации.
- 3 Гриншпун, М.И. Станы холодной прокатки труб / М.И. Гриншпун, В.И. Соколовский – М.: Машиностроение, 1967. – 239 с.
- 4 Гудвин, Г.К. Проектирование систем управления / Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребе, М.Э. Сальгадо – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.
- 5 Кофф, З.А. Холодная прокатка труб / З.А.Кофф, П.М. Соловейчик, В.А. Алешин, М.И. Гриншпун. – Свердловск: Metallurgizdat, 1962. – 431 с.
- 6 Коликов, А.П. Машины и агрегаты трубного производства / А.П. Коликов, В.П. Романенко – М.: МИСИС, 1998. – 536 с.
- 7 Макаров, И. М. Линейные автоматические системы / И. М. Макаров, Б. М. Менский. – 2-е изд. – М.: Машиностроение 1982. – 504 с.
- 8 Матюхин, В.И. Управление механическими системами / В.И. Матюхин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 318 с.
- 9 Осада, Я.Е. Освоение стана холодной прокатки труб ХПТ-450 / Осада Я.Е., Ю.А. Медников, И.И. Сергеев // Сталь. – 1980. – №4, – С. 315–317.
- 10 Остроухов, В.В. Математическая модель силового модуля системы перемещения оправки стана ХПТ-450П2 / В.В. Остроухов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2007. – Вып. 5. – №7(79). – С. 34–40.
- 11 Подлесный, С. А. Устройства приема и обработки сигналов / С. А. Подлесный, Ф. В. Зандер. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2011. – 352 с.
- 12 Певзнер, Л. Д. Теория систем управления / Л. Д. Певзнер . – М.: Московский государственный горный университет, 2002. – 469 с.

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

09.04.01.2018.502 ПЗ

13 Программирование контроллеров Siemens и автоматизация производства. - <http://www.step7-pro.ru/>

14 Справочник по электрическим машинам: справочник: в 2 т. / под ред. И.П. Копылова, Б.К. Клокова, – М.: Энергоатомиздат, 1989. – Т. 1. – 688 с.

15 Технология производства холоднодеформированных труб. - http://newsdiscover.net/news/read/Tehnologija_proizvodstva_holodnodeformirovannyh_trub.html

16 Усынин, Ю.С. Теория автоматического управления: учеб. Пособие для вузов / Ю.С. Усынин. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 176 с.

17 Хошмухамедов, И. М. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. Учебник для вузов / И. М. Хошмухамедов, А. В. Пичуев. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. – 333 с.

18 Целиков, Н.А. Станы холодной прокатки труб конструкции ВНИИМЕТМАШ / Н.А. Целиков, А.В. Чекулаев // Тяжелое машиностроение. – 2010. №5 – С.28–31.

19 Шишов, О. В. Современные технологии промышленной автоматизации / О. В. Шишов. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 368 с.

20 Шишов, О. В. Элементы систем автоматизации / О. В. Шишов М.: Директ-Медиа, 2015. – 41 с.

					09.04.01.2018.502 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Блок-схемы

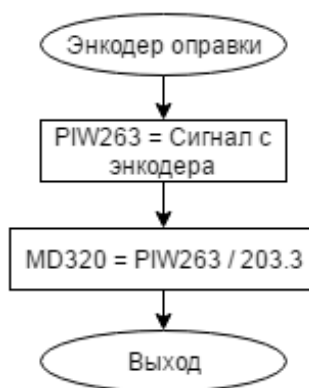


Рис.А1 Блок-схема подпрограммы Энкодер оправки

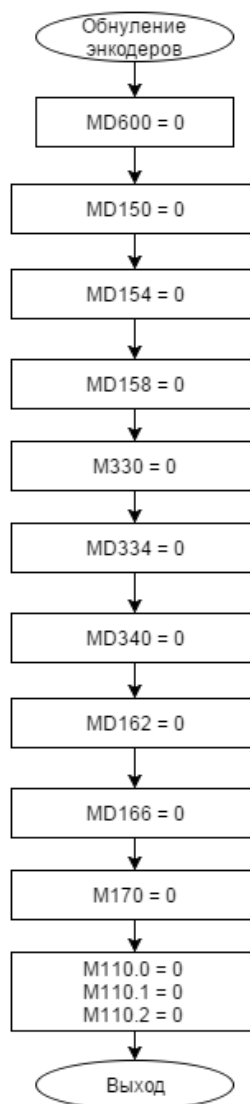


Рис.А2 Блок-схема подпрограммы Обнуление энкодеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

60

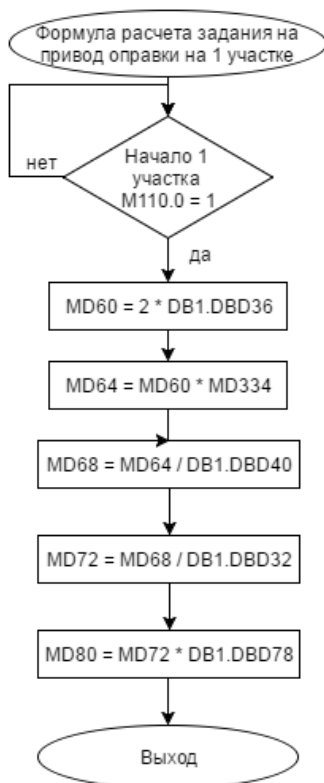


Рис.А3 Блок-схема подпрограммы Формула расчета задания на привод оправки на 1 участке

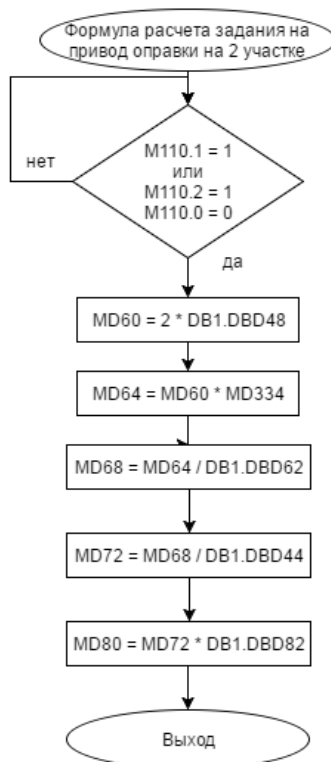


Рис.А4 Блок-схема подпрограммы Формула расчета задания на привод оправки на 2 участке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

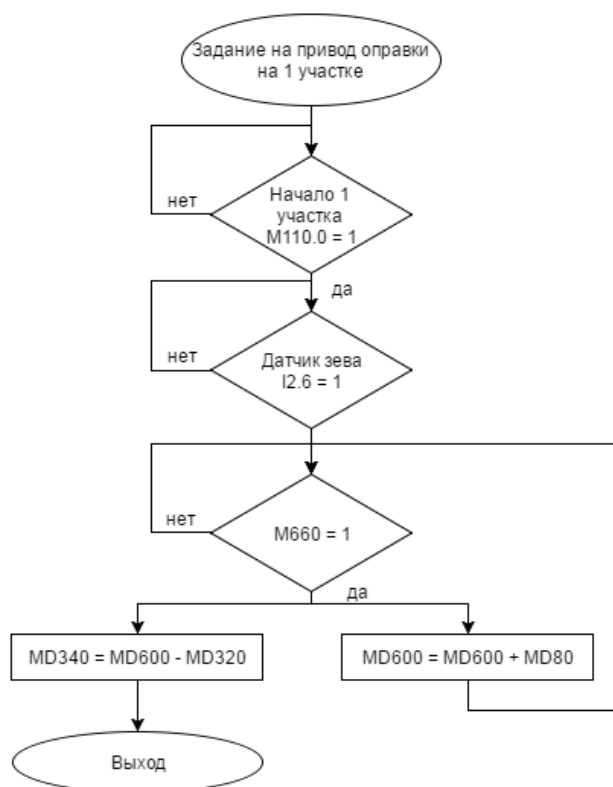


Рис.А5 Блок-схема подпрограммы Задание на привод опправки на 1 участке

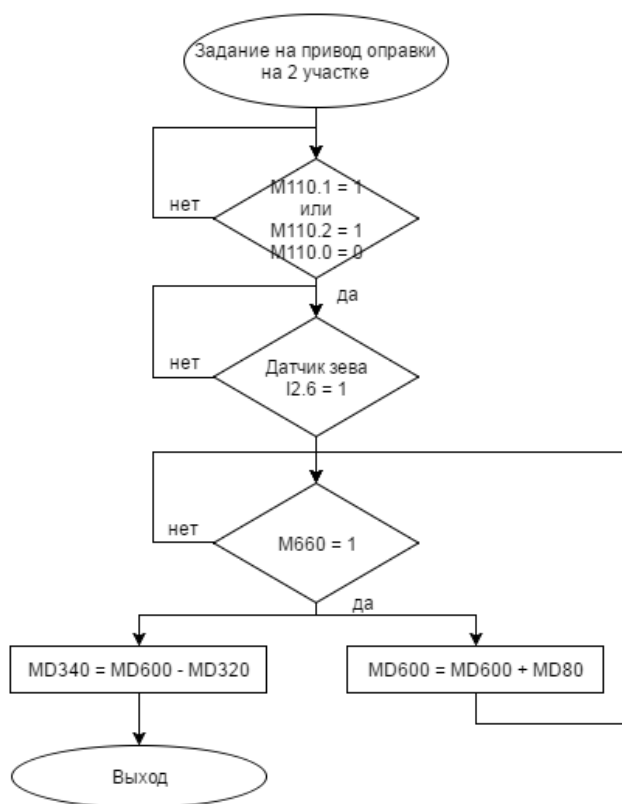


Рис.А6 Блок-схема подпрограммы Задание на привод опправки на 2 участке

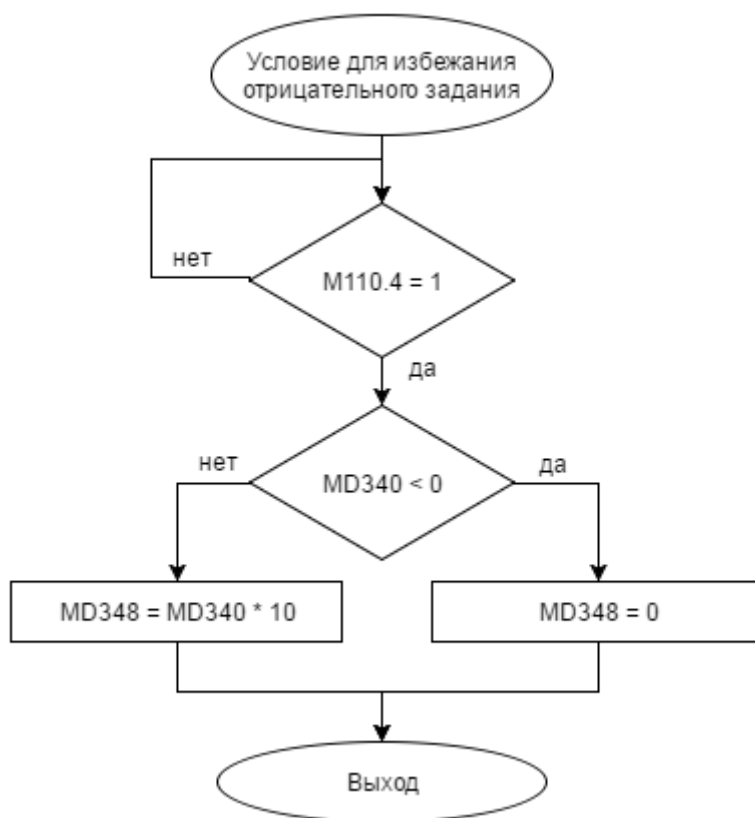


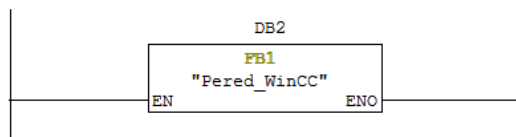
Рис.А7 Блок-схема подпрограммы Условие для избежания отрицательного задания

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

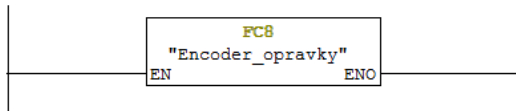
Код программы

Network 1: Title:

Вызов блока передачи данных в винсиси

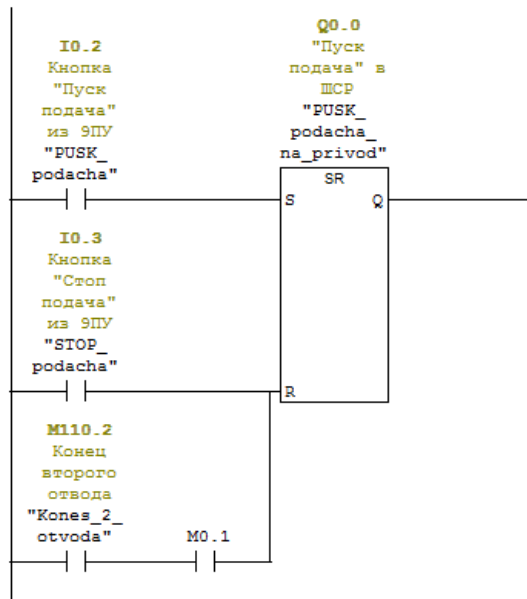


Comment:



Network 5: "Пуск подача" в ШСР

Comment:



Network 6: "Пуск опрвка" в ШСР

Comment:



Рис.Б1 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 1 - 6

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

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

64

Network 7 : Пуск НКУ

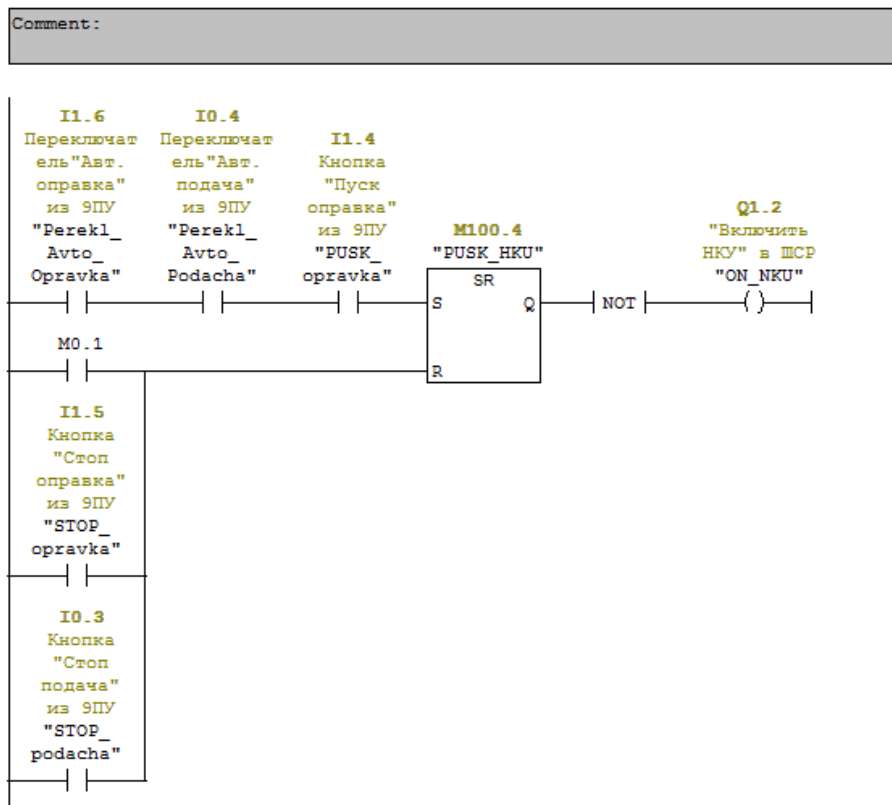
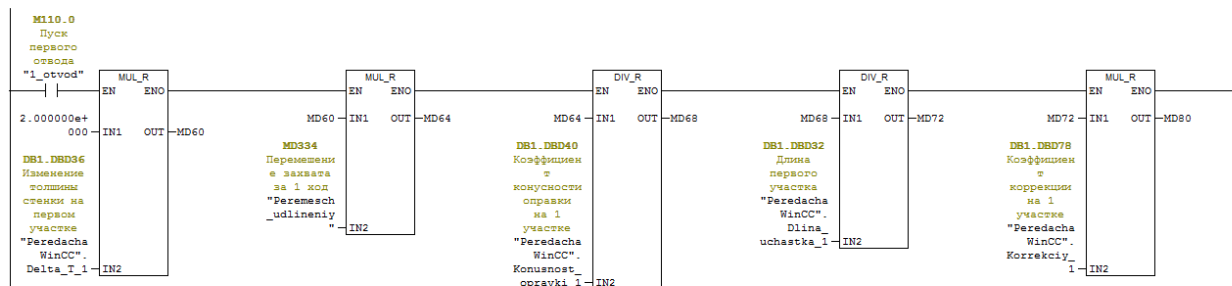


Рис.Б2 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 7

Network 11: Title:

Формула расчета задания на привод опорки на 1 участке



Network 12: Title:

Формула расчета задания на привод опорки на 2 участке

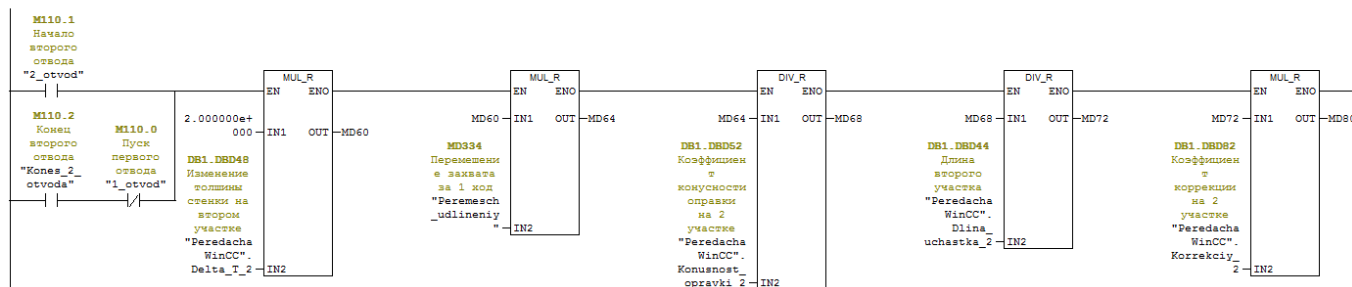


Рис.Б3 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 11 – 12

Network 13: Расчет задания на привод опправки 1 участок

Задание на привод опправки на 1 участке

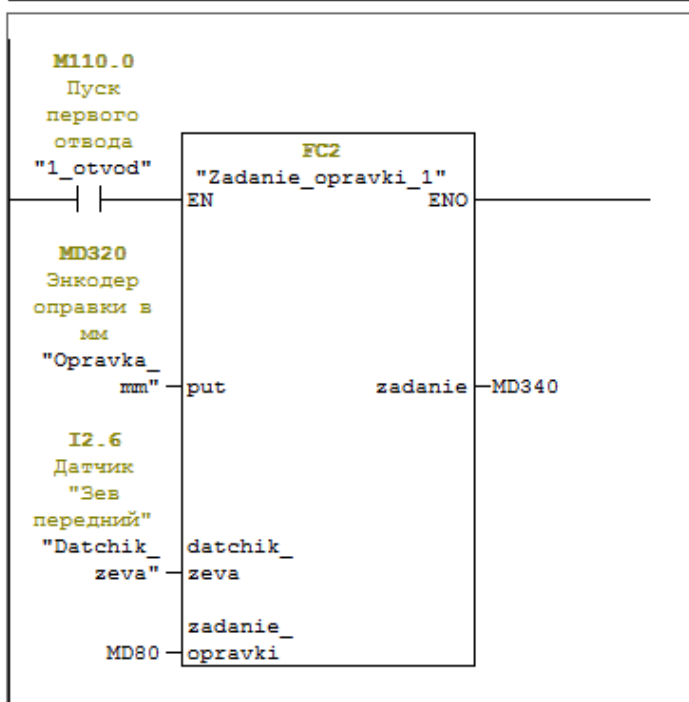


Рис.Б4 Блок OB1 основной цикл программы Network 13

Network 14 : Расчет задания на привод опправки 2 участок

Задание на привод опправки на 2 участке

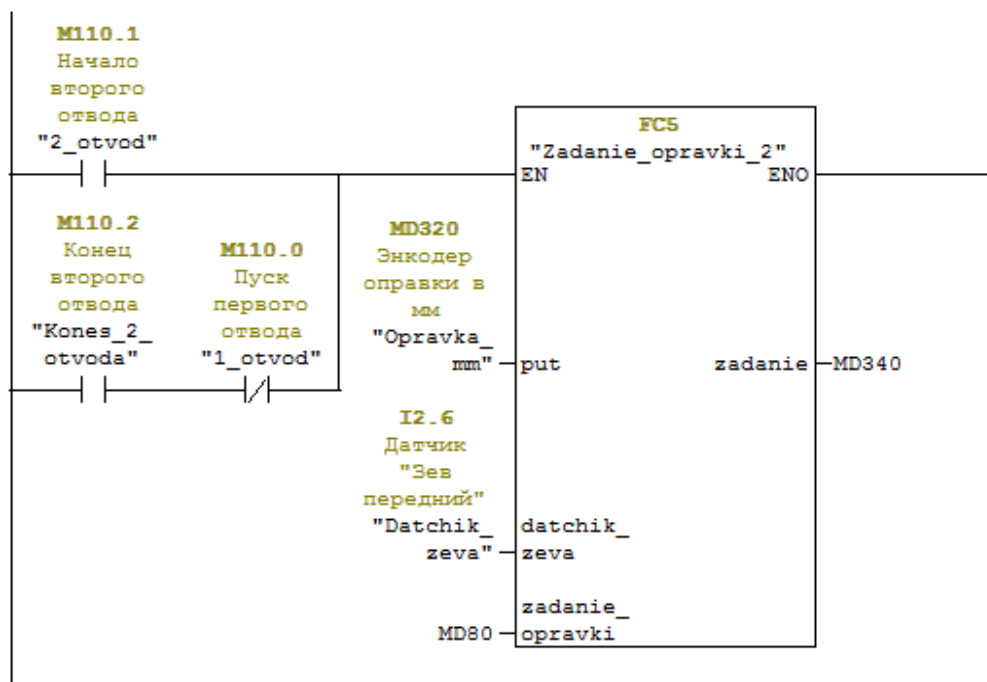


Рис.Б5 Блок OB1 основной цикл программы Network 14

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Network 15 : Условие для избегания отрицательного задания на привод опправки

Для привода задание умножается на 10

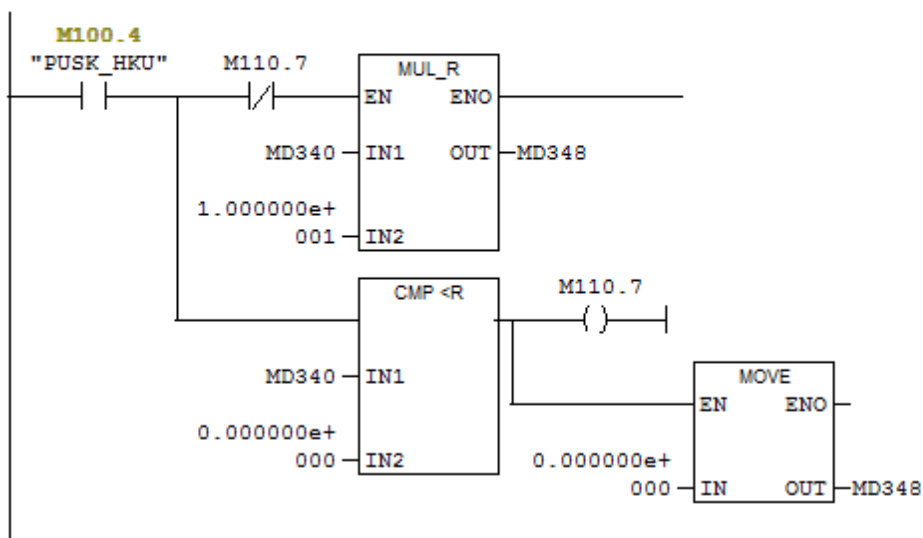
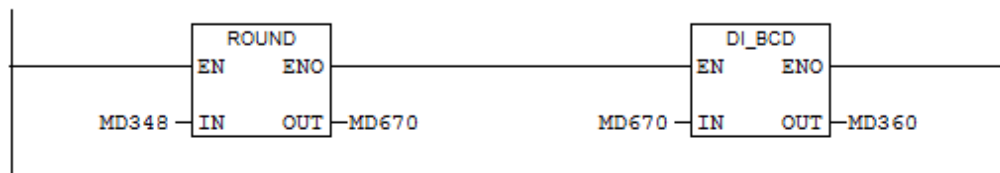


Рис.Б6 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 15

Network 16 : Округление и перевод в BCD формат задания на привод опправки

Comment :



Network 17 : Вывод задания на привод опправки

Comment :

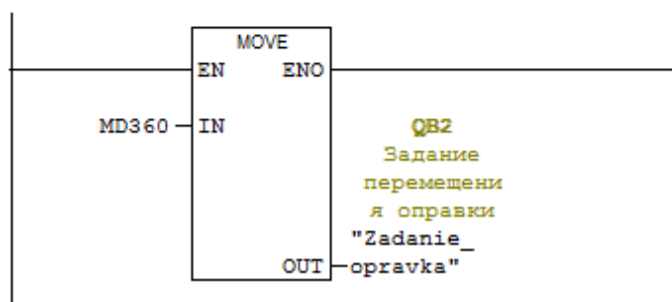
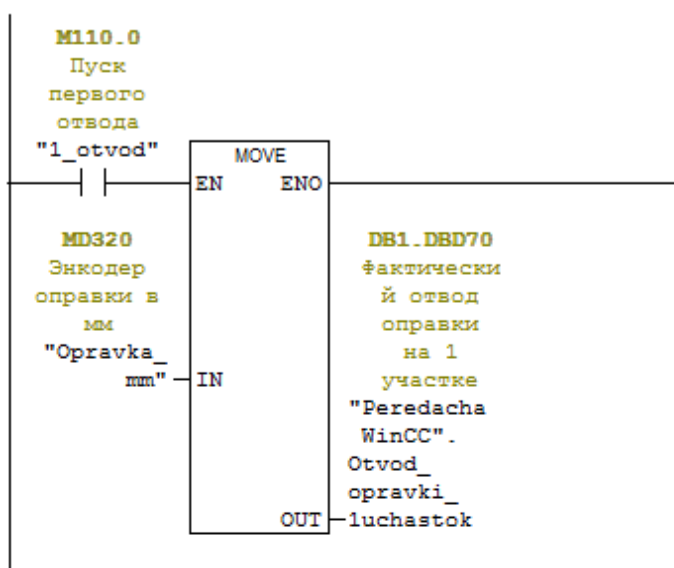


Рис.Б7 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 16 – 17

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Network 21 : Title:

фактический отвод оправки 1 участок



Network 22 : Title:

фактический отвод оправки на 2 участке

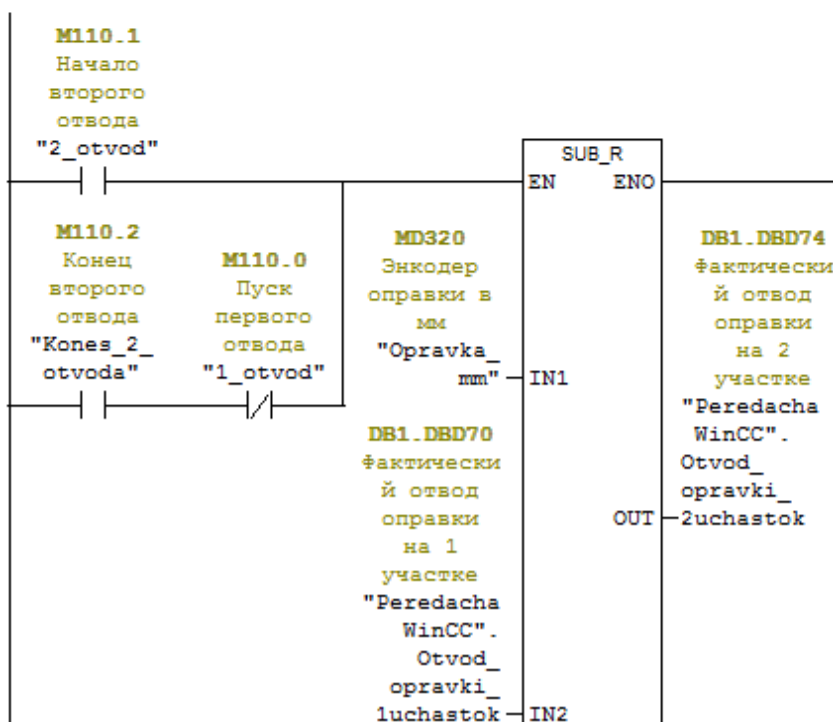


Рис.Б8 Блок ОВ1 основной цикл программы Network 21 - 22

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

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

68

Network 1: Title:

Comment:

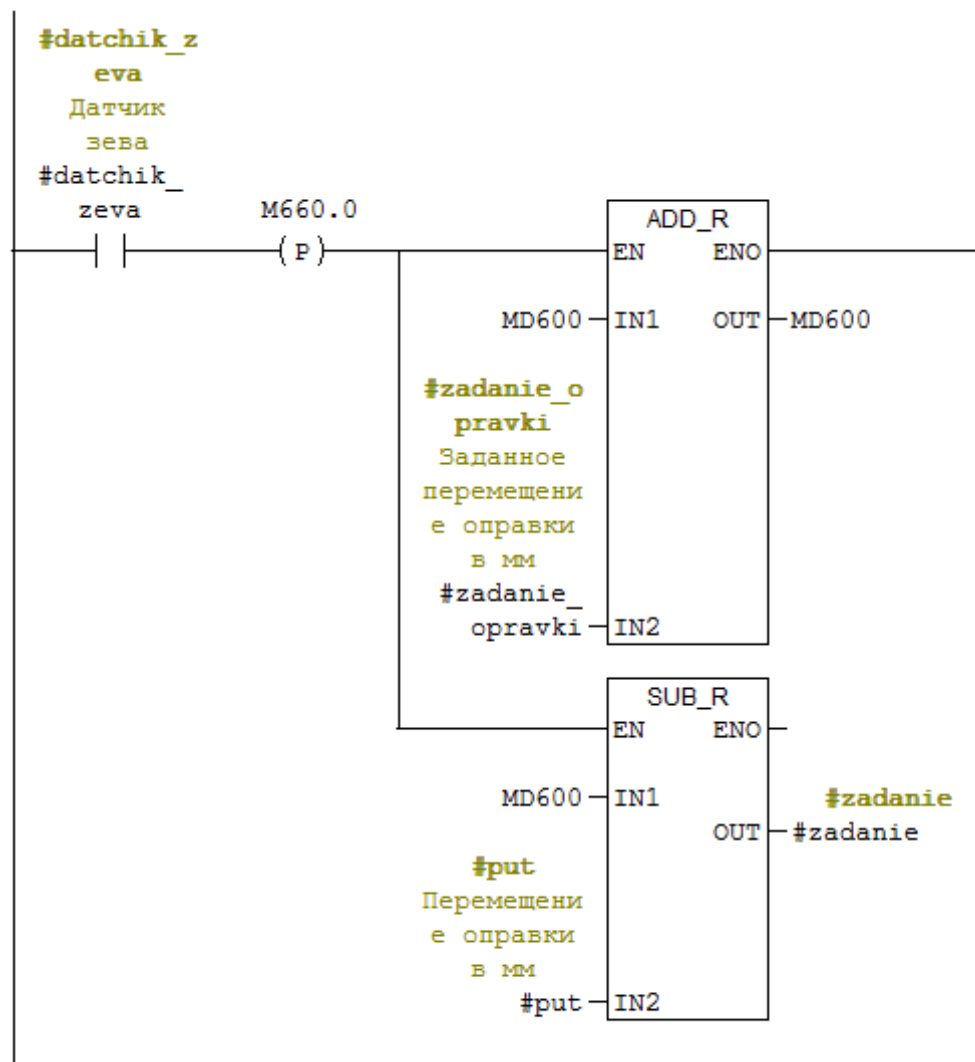


Рис.Б9 Блок FC2 – Задание оправки на 1 участке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

69

Network 1: Title:

Comment:

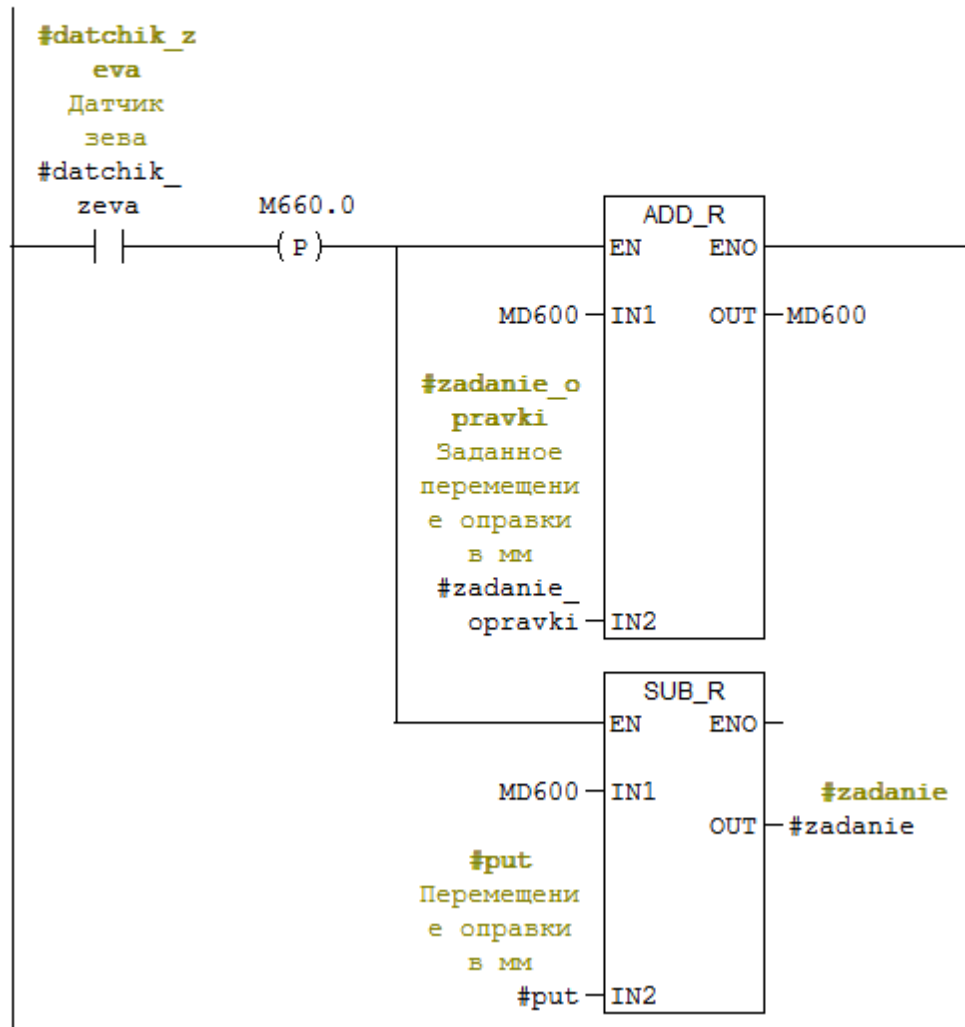


Рис.Б10 Блок FC5 – Задание оправки на 2 участке

Перевод количества инкрементов в миллиметры (203,3 инкр на мм)

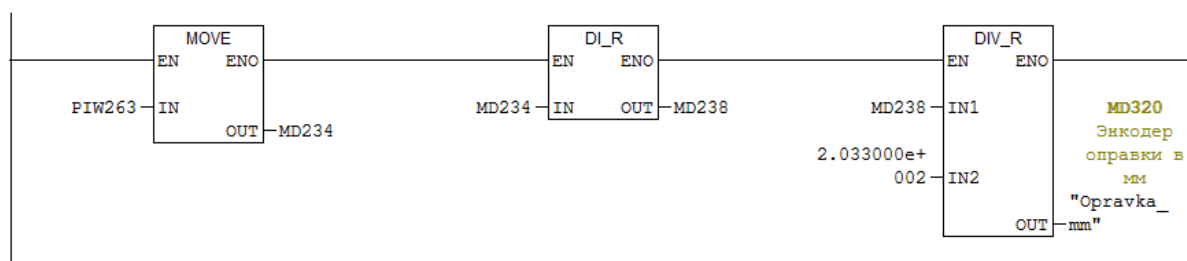


Рис.Б11 Блок FC8 – Энкодер оправки

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

09.04.01.2018.502 ПЗ

Лист

70