

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Политехнический институт: Заочный  
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ В.И. Ширяев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ СУШКИ И  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КОВШЕЙ НА  
УЧАСТКЕ ОНРС №2 ККЦ ПАО ЧМК

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 09.03.01.2018.594.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

вед. инж-прогр. ПАО ЧМК

\_\_\_\_\_/В.В. Шаклеин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор работы

студент группы **ПЗ-597**

\_\_\_\_\_/А.А. Бабкин

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

доц. каф. САУ, к.т.н.

\_\_\_\_\_/ Н.В. Плотникова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

## АННОТАЦИЯ

Бабкин А.А. Система автоматического управления стендом сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей на участке ОНРС №2 ККЦ ПАО «ЧМК». - Челябинск: ЮУрГУ (НИУ), ПИ: Заочный; 2018, 140 с. 26 ил., библиогр. список – 13 наим., 16 листов слайдов презентации ф. А4.

Целью данной работы является модернизации системы автоматического управления стенда сушки и высокотемпературного разогрева на участке ОНРС №2 ПАО «ЧМК».

Была рассмотрена сфера деятельности и структура предприятия ПАО «ЧМК». Был описан технологический процесс:

- разливки стали на участке ОНРС №2;
- изготовления футеровки промежуточного ковша;
- разогрева футеровки и ввода промежуточного ковша в эксплуатацию;

Был проведен анализ системы автоматического управления стенда сушки и высокотемпературного разогрева до модернизации.

Разработана структура новой системы автоматического управления. Было подобрано оборудование для модернизации, а так же разработаны принципиальные схемы подключения нового оборудования.

Произведена разработка программного обеспечения для:

- программируемого логического контроллера SIEMENS SIMATIC S7-300;
- Сенсорной панели оператора SIEMENS SIMATIC TP 177A;

Разработана техническая документация для работников участка ОНРС №2.

Работа реализована с помощью программных продуктов: SIMATIC WinCC flexible, SIMATIC Step 7.

					<i>09.03.01.2018.594.00 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Бабкин А.А.</i>			<i>Система автоматического управления стендом сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей на участке ОНРС №2 ККЦ ПАО «ЧМК»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Шаклеин В.В.</i>				<i>Д</i>	<i>4</i>	<i>140</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Плотникова</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра САУ</i>		
<i>Утверд.</i>		<i>Ширяев В.И.</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
ГЛАВА 1 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА СУШКИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ДО МОДЕРНИЗАЦИИ.....	9
1.1 Структура ПАО “ЧМК” .....	9
1.2 Общие сведения об агрегате, назначение системы. ....	11
1.3 Описание шкафа автоматики и подключенных к нему датчиков. ....	16
1.4 Постановка задачи.....	25
ЧАСТЬ 2 МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА СУШКИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КОВШЕЙ.....	27
2.1 Описание технологического процесса.....	27
2.1.1 Основные характеристики МНЛЗ №4 участка ОНРС-2 ККЦ. Описание технологического процесса объекта. ....	27
2.1.2 Технология разлива стали на МНЛЗ №4.....	31
2.1.3 Описание технологического процесса изготовления футеровки промежуточных ковшей и роль сушки и высокотемпературного разогрева .....	32
2.1.4 Технологический процесс разогрева футеровки и ввод промежуточных ковшей в эксплуатацию.....	35
2.2 Требования к новой системе автоматического управления. ....	38
2.3 Разработка структурной схемы системы автоматического управления ...	41
2.4 Выбор оборудования.....	44
2.4.1 Выбор программируемого логического контроллера .....	44
2.4.2 Выбор сенсорной панели оператора .....	52
2.4.3 Выбор температурного датчика.....	55
2.4.4 Выбор автомата контроля герметичности. ....	58
2.4.5 Выбор реле максимального и минимального давления. ....	60
2.4.6 Выбор автоматов управления горелками .....	62
2.4.5 Выбор Сервопривода. ....	64
2.4.6 Выбор запального электрода и электрода контроля пламени.....	66
2.5 Описание процесса внедрения новых технических средств. ....	67
ЧАСТЬ 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	73
3.1 Выбор среды разработки .....	73
3.1.1 Выбор среды разработки для SIEMENS Simatic S7-300 .....	73

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.1.2 Выбор среды разработки HMI под панель оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1 .....	74
3.2 Выбор системы автоматического регулирования температуры .....	75
3.3 Разработка управляющих программ .....	79
3.3.1 Разработка управляющей программы для SIEMENS SIMATIC S7- 300 .....	79
3.3.2 Разработка человеко-машинного интерфейса для сенсорной панели оператора SIMATIC TP 177A .....	81
3.4 Разработка инструкции по эксплуатации .....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ Б .....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	111
ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Е .....	134

## ВВЕДЕНИЕ

Металлургия является важнейшей отраслью промышленности, благодаря которой человечество имеет возможность использовать металл и даже изменять его свойства, производя различные сплавы. Это значит, что благодаря развитию металлургии человечество движется вперед – конструкции становятся прочнее, легче и надежнее.

Публичное акционерное общество «Челябинский металлургический комбинат» – одно из крупнейших в России предприятий полного металлургического цикла по выпуску качественных и высококачественных сталей. ЧМК – одно из немногих предприятий страны, которому дано право присваивать продукции собственный индекс – ЧС (Челябинская Сталь). Комбинат также является крупнейшим производителем нержавеющей стали в России.

В качестве основной продукции комбинат производит широкий профильный сортамент металлопроката: от катанки до арматурного проката периодического профиля, от бунтового проката из конструкционной стали до сортового проката для трубопрокатных и машиностроительных заводов, а также сортовую квадратную заготовку.

В конвертерном цехе ПАО «ЧМК» непрерывная разливка стали освоена на трех высокоскоростных сортовых МНЛЗ № 3 (запущена в мае 2004 г.), № 4 (запущена в декабре 2006 г.) и МНЛЗ №5.

На МНЛЗ №4 разливка производится открытой и закрытой струей на заготовку сечением 100x100, 180x180 мм и круг 150 мм. Поставщиком оборудования сортовых машин являлась итальянская фирма «DANIELI». Увеличение серийности плавов сортовой МНЛЗ № 4 ПАО «ЧМК» может быть достигнуто за счет следующий проведенных работ:

- обеспечения высокой скорости разливки без прорывов;
- выбора оптимального режима первичного охлаждения;
- снижения вероятности закупоривания стаканов-дозаторов тугоплавкими неметаллическими включениями;
- уменьшения эрозии огнеупорной футеровки промежуточного ковша;

Можно сделать вывод, что при производстве сортовых заготовок на высокоскоростных МНЛЗ главным является обеспечение безостановочной разливки.

Большое значение для стабильной работы МНЛЗ №4 имеет подготовка промежуточных ковшей для разливки стали. Это может позволить увеличить серийность плавов до 100, что значительно повысит ее производительность.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Поэтому важной задачей для ПАО ЧМК является увеличение времени работы промежуточных ковшей до их ремонта. Этого можно добиться увеличением стойкости футеровки, для этого была разработана ее новая технология изготовления. В процессе изготовления футеровки одним из главных этапов является ее сушка и разогрев. Если пренебречь этим этапом, то существенно снизится качество и срок службы футеровки. Это может повлечь различные аварии и сбои работы МНЛЗ.

МНЛЗ является опасным производственным объектом. Любой просчет, который приводит к аварии, влечет за собой остановку производства, порчу оборудования, огромные денежные потери, а в самых худших случаях может привести к травмам и смертям сотрудников.

Одним из основных факторов повышения эффективности производства непрерывного литья заготовок и уменьшения количества аварий является использование систем автоматического управления, оснащенных современными технологическим, математическим и программным обеспечением.

Действующий стенд сушки и высокотемпературного разогрева устарел морально и технически. Для решения этой проблемы руководством ПАО ЧМК была поставлена задача модернизировать устаревшее оборудование и разработать новую систему автоматического управления для стенда сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей во время капитального ремонта, прошедшего в мае 2018 года, с целью увеличения объемов производства, улучшения качества выпускаемой продукции, оптимизации затрат и улучшения работы предприятия.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

# ГЛАВА 1 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА СУШКИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ДО МОДЕРНИЗАЦИИ

## 1.1 Структура ПАО «ЧМК»

Публичное акционерное общество «Челябинский металлургический комбинат» – одно из крупнейших в России предприятий полного металлургического цикла по выпуску качественных и высококачественных сталей. ЧМК – одно из немногих предприятий страны, которому дано право присваивать продукции собственный индекс – ЧС (Челябинская Сталь).

Структура «Челябинского металлургического комбината» представлена аглодоменным, прокатным, сталеплавильным, коксохимическим и спецэлектрометаллургическим цехами. Имеется собственный инженерный комплекс. За время существования предприятие освоило схемы производства более чем тысячи марок стали и сплавов, свыше 400 профилеразмеров проката. При этом 130 марок стали имеют индекс ЧС. Комбинат также является крупнейшим производителем нержавеющей стали в России. В качестве основной продукции комбинат производит широкий профильный сортамент металлопроката: от катанки до арматурного проката периодического профиля, от бунтового проката из конструкционной стали до сортового проката для трубопрокатных и машиностроительных заводов, а также сортовую квадратную заготовку. Номенклатура выпускаемой им продукции:

- литые прутки;
- прокат сортовой горячекатаный;
- лист из коррозионностойкой стали;
- лист горячекатаный;
- лист из стали повышенной прочности;
- арматурная сталь;
- угловая сталь;
- катанка;
- катанка для изготовления сварочной проволоки;
- трубная заготовка;
- слябы;
- товарная сутунка;
- полоса катаная.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

В сложные годы реформ челябинские металлурги сумели сохранить в работоспособном состоянии все основные агрегаты, технологические навыки и высокую квалификацию персонала, что позволяет получать металл широкого марочно-размерного сортамента. На протяжении последних лет комбинат планомерно наращивает объемы производства.

История комбината неразрывно связана с развитием и становлением оборонного комплекса страны. Космос и авиация, атомная энергетика, тяжелое, химическое, энергетическое, автомобильное и сельскохозяйственное машиностроение, подшипниковые и трубопрокатные заводы, строительство, медицинское оборудование и инструмент - вот далеко не полный перечень применения продукции челябинских металлургов. В апреле 2010 года комбинат получил международный сертификат TÜV Rheinland (Германия) в соответствии с моделью ГОСТ Р ИСО 9001-2008.

Кислородно-конвертерный цех – крупнейший производитель стали на комбинате. Производительность ККЦ составляет 3,5 млн. тонн стали в год, в настоящее время на его долю приходится выплавка 75% всей стали ЧМК. В состав основных технологических агрегатов цеха входят три конвертера, каждый объемом садки 160 тонн, три установки «ковш-печь» и три машины непрерывного литья заготовок – МНЛЗ №3, МНЛЗ №4 и МНЛЗ №5. Кислородно-конвертерный цех является основным потребителем чугуна, поэтому от его работы зависит положение дел в другом крупном цехе – доменном. Как следствие необходимости увеличения объемов производства стали, в апреле 2009 года после капитального ремонта была запущена доменная печь №4, что позволило увеличить объем производства конечной металлопродукции ЧМК. В последнее время конвертерный цех заметно улучшил свои количественные и качественные показатели.

С момента ввода в эксплуатацию, характерной особенностью кислородно-конвертерного цеха стала внепечная обработка металла: продувка аргоном в ковше, обработка жидким синтетическим шлаком, использование порционного вакууматора. Металл конвертерной плавки имеет низкое содержание серы, азота, повышенную пластичность, высокие механические свойства. Это позволяет производить низколегированные, электротехнические стали, стали для трубной заготовки и высокоуглеродистые чистые стали. Несмотря на свой возраст кислородно-конвертерный цех представляет собой современное производство. В соответствии с программой перспективного развития комбината в ККЦ в мае 2004 года осуществлен проект по вводу сортовой радиальной 6-ручьевого машины непрерывного литья заготовок сортовой стали сечением 100x100 мм,

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



производительностью 1 млн. тонн заготовки в год. Превысив проектную производительность, на МНЛЗ была достигнута максимальная скорость разлива до 6 метров в минуту. В декабре 2006 года в цехе вступила в строй вторая МНЛЗ №4 производительностью 1 млн. тонн заготовки в год.

## 1.2 Общие сведения об агрегате, назначение системы.

Агрегат предназначен для сушки и нагрева огнеупорной футеровки промежуточного ковша перед подачей в него жидкой стали.

В состав агрегата входит сварная металлоконструкция с основанием, которое подлежит закреплению к полу, а также наклонная стрела, на которой установлена поперечина с шестью горелками.

Поперечина с горелками может отводиться от рабочего положения двумя гидравлическими цилиндрами, приводимыми в действие при включении соответствующих тумблеров на двери электрощита. Цилиндры, установленные между стрелой и колонной, обеспечивают перемещение стрелы вверх и вниз.

Система сгорания имеет в своем составе шесть горелок, каждая из которых имеет независимое запитывание.

Центробежный вентилятор-воздуходувка обеспечивает подачу воздуха горения.

Дроссельный клапан (приводимый в действие серводвигателем), установленный на трубопроводе подачи воздуха, обеспечивает регулировку воздуха горения, подаваемого на горелки. Клапан регулировки газа управляется давлением воздуха с помощью контрольной линии. Таким образом, расход двух сред, подаваемых на каждую горелку, немедленно изменяется.

Можно изменить ход дроссельного клапана с помощью соединительных рычагов, расположенных между серводвигателем и дроссельным клапаном регулировки подачи воздуха. Регулировку соотношения газа-воздуха в газоздушном смеси можно осуществить на каждой отдельной горелке с помощью клапана регулировки газа, установленного после электромагнитного клапана на каждой линии подачи газа.

Розжиг горелок осуществляется автоматически и независимо для каждой горелки с помощью запального электрода и электромагнитного клапана, установленного на трубопроводе подачи газа. На каждой горелке предусмотрено устройство автоматической регулировки пламени. Розжиг горелки возможен только если воздушный клапан перекрыт (минимальная мощность), и стрела переведена в рабочее положение (переведена вниз и находится над промковшом).

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

Сначала необходимо включить вентилятор-воздуходувку. Вместе с его включением автоматически начнется цикл продувки; по завершению этого цикла можно приступить к розжигу горелок при условии соблюдения следующих условий:

- проведена проверка давления воздуха и газа;
- цикл продувки завершен;
- проведена проверка отсутствия утечек газа на главных электромагнитных клапанах;
- стрела переведена в нижнее положение;
- приводной клапан для плавной регулировки мощности переведен в положение минимального открывания;

При работе станции обеспечивается автоматический контроль следующих основных параметров обеспечения безопасной эксплуатации оборудования:

- давление газа и воздуха
- пламя каждой горелки
- стрела в нижнем положении

Несоблюдение одного из этих условий обеспечения безопасности во время эксплуатации установки приводит к автоматической остановке станции.

Регулятор температуры имеет главный выход (out 1) по типу реле: при его включении серводвигатель максимально открывает клапан, в то время как при его выключении, серводвигатель перекрывает клапан, переводя его в минимальное положение.

Электровентилятор-воздуходувка, гидравлический насос и трубопровод оснащены электронагревательным сопротивлением для защиты от низких температур.

Плавная регулировка мощности осуществляется только при условии, что все горелки зажжены, и если одна из горелок отключается (при этом происходит потеря сигнала на детекторе пламени), клапан подачи газа на горелку перекрывается, нагревательная мощность станции переводится в минимальный режим, и срабатывает аварийная сигнализация на главном пульте управления. После того, как стрела будет переведена в рабочее положение, и после того, как будет включен вентилятор подачи воздуха, начнется автоматическое исполнение последовательностей циклов проверки. По завершению этих проверок, после того, как включится индикатор «РАЗРЕШЕНИЕ НА РОЗЖИГ», горелки будут готовы к пуску, осуществляемому индивидуально для каждой горелки, одна за другой, с помощью соответствующих тумблеров на пульте управления.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Устройство автоматического обеспечения заданной температуры начнет регулировку в соответствии с заданной температурной уставкой или с занесенным в память циклом предварительного нагрева. Можно провести соответствующую регулировку с помощью микрометрических вентилях, установленных на линии подвода газа к каждой горелке.

Агрегат оснащен еще одним приводным клапаном, предназначенным для регулировки интенсивности пламени горелок путем увеличения расхода подачи воздуха по отношению к газу в газозудшной смеси до тех пор, пока не будет достигнута требуемая температура.

В таблице 1 представлены технические реквизиты агрегата.

Таблице 1 – технические реквизиты агрегата

Топливо	Природный газ
Теплотворная способность	8.600 кепл/нм <sup>3</sup>
Давление топлива в сети	2.5 АТМ
Рабочее давление горелок	5000 Па
Общая тепловая мощность	1.806.000 ккал/час
Количество горелок	6
Тип горелки	PAN16-GP655
Макс. потребление топлива	210 нм <sup>3</sup> /час
Производительность вентилятора	воздушного 2500 нм <sup>3</sup> /час
Статический напор вентилятора	5000 Па
Установленная мощность вентилятора	7.5 кВт
Гидравлический насос	3 кВт
Розжиг	автоматический
Защита пламени	автоматический
Подъем	гидравлический
Угол поворота	90°
Электропитание	380 В – 50 Гц
Вспомогательное напряжение	220 В – 50 Гц
Напряжение электромагнитных клапанов	220 В – 50 Гц
Температура нагрева	1100°С ±100 °С

На рисунке 1 изображена схема агрегата (вид с боку).

На рисунке 2 изображена схема агрегата (вид сверху).

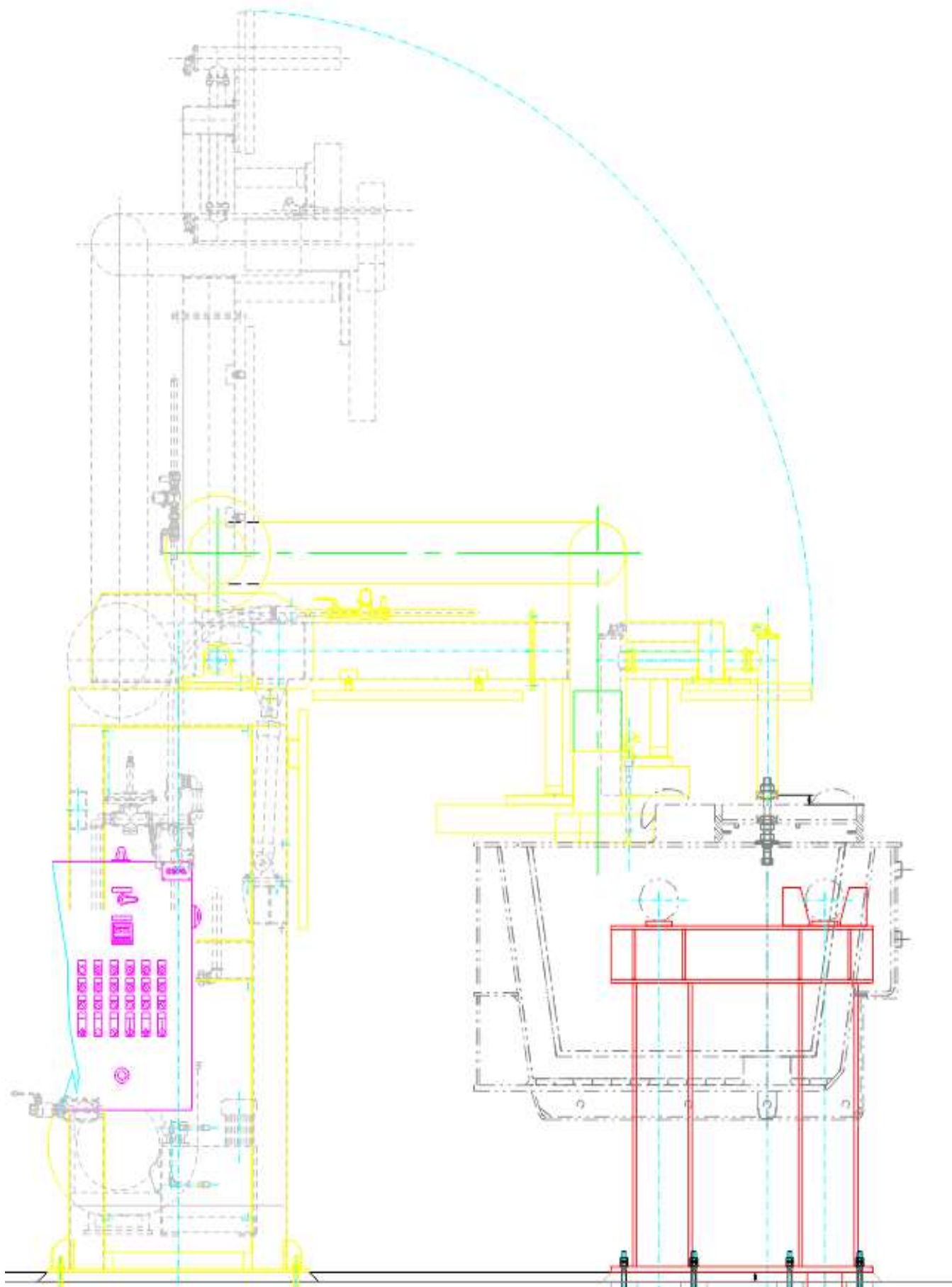


Рисунок 1 – схема агрегата (вид с боку)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

14

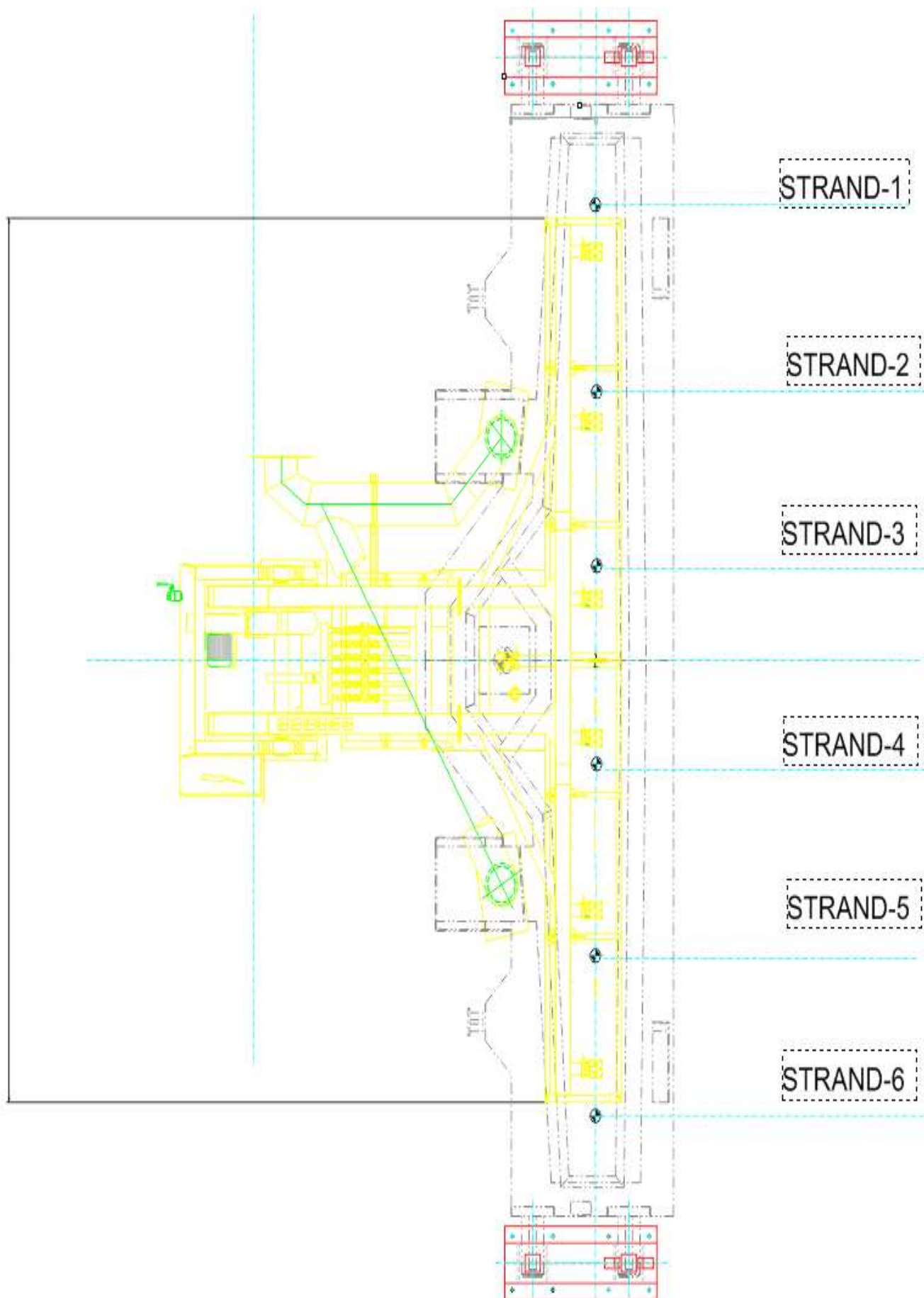


Рисунок 2 – схема агрегата (вид сверху)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

15

### 1.3 Описание шкафа автоматики и подключенных к нему датчиков.

Ниже на рисунке 3 приведена схема наружной части шкафа автоматики.

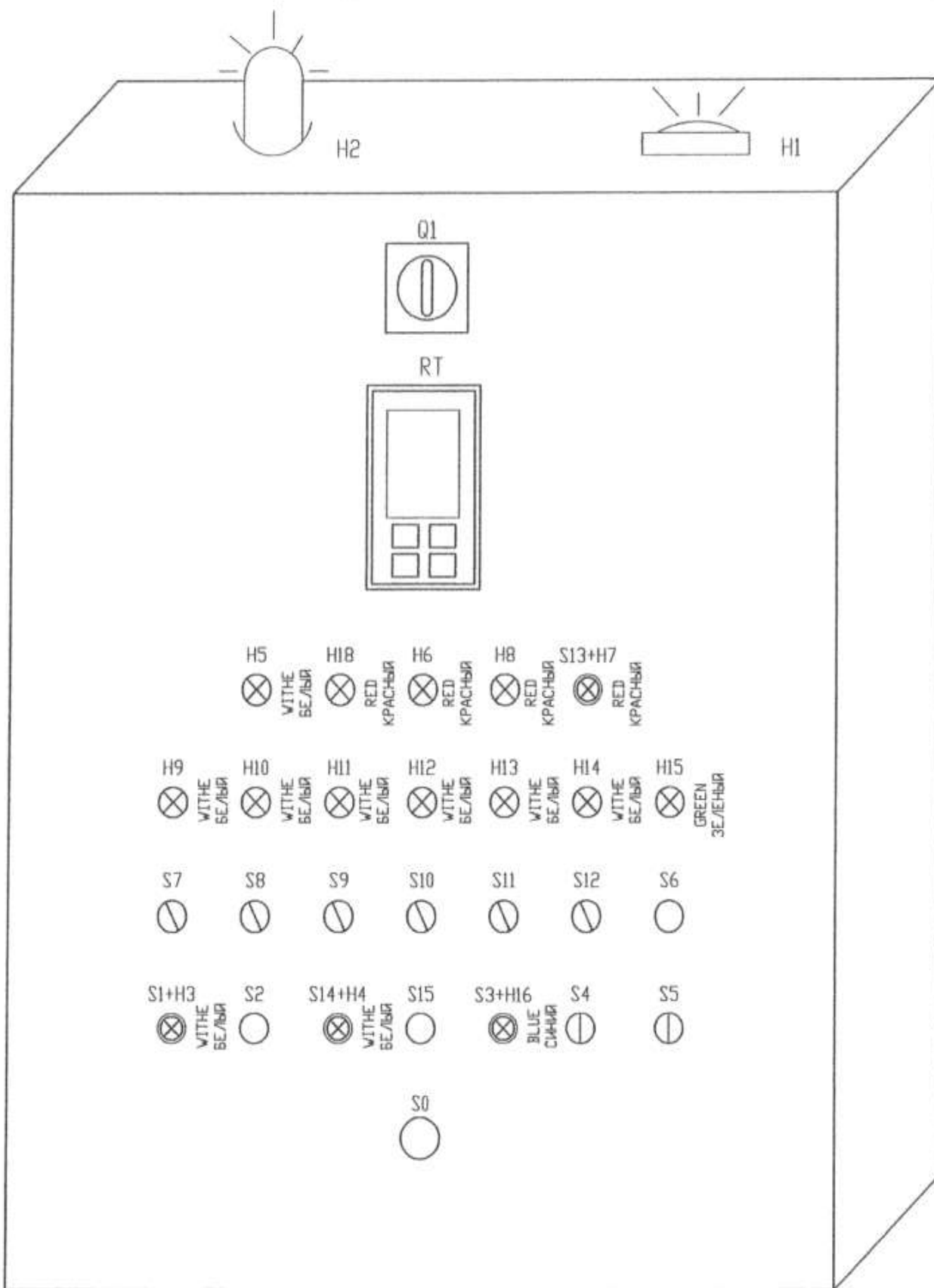


Рисунок 3 – Схема наружной части шкафа автоматики

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

16

А так же таблице 2 приведено описание элементов расположенных на наружной части шкафа автоматики.

Таблица 2– Описание элементов расположенных на наружной части шкафа автоматики

Описание элемента	Опознавательный код
Главный выключатель линии	Q1
Программирующее устройство температуры	RT
Лампа: аварийный сигнал	S0
Звуковой аварийный сигнал	H1
Мигающая сигнальная лампочка	H2
Кнопка с подсветкой: включение вентилятора - вентилятор в работе	S1+H3
Кнопка с подсветкой: Старт вытяжки	S14+H4
Лампа: цикл очистки в работе	H5
Лампа: контроль герметичности отрицательный	H6
Кнопка с подсветкой: горелки заблокированы: сброс сигн. горелок	S13+H7
Лампа: высокая температура	H8
Лампа: горелка №1 зажжена	H9
Лампа: горелка №2 зажжена	H10
Лампа: горелка №3 зажжена	H11
Лампа: горелка №4 зажжена	H12
Лампа: горелка №5 зажжена	H13
Лампа: горелка №6 зажжена	H14
Лампа: разрешение зажигания горелок	H15
Кнопка с подсветкой: зажигание электромагнитный клапан	S3+H16
Лампа: низкий уровень масла	H18
Кнопка: остановка вентилятора	S2
Переключатель: перемещение стрелы	S4
Переключатель: перемещение вытяжки	S5
Кнопка: выключение аварийных сигналов	S6
Переключатель: горелка №1 вкл.-выкл.	S7
Переключатель: горелка №2 вкл.-выкл.	S8

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

17

Окончание таблицы 2

Описание элемента	Опознавательный код
Переключатель: горелка №3 вкл.-выкл.	S9
Переключатель: горелка №4 вкл.-выкл.	S10
Переключатель: горелка №5 вкл.-выкл.	S11
Переключатель: горелка №6 вкл.-выкл.	S12
Кнопка: стоп вытяжки	S15

Ниже на рисунке 4 приведена схема внутренней части шкафа автоматики.

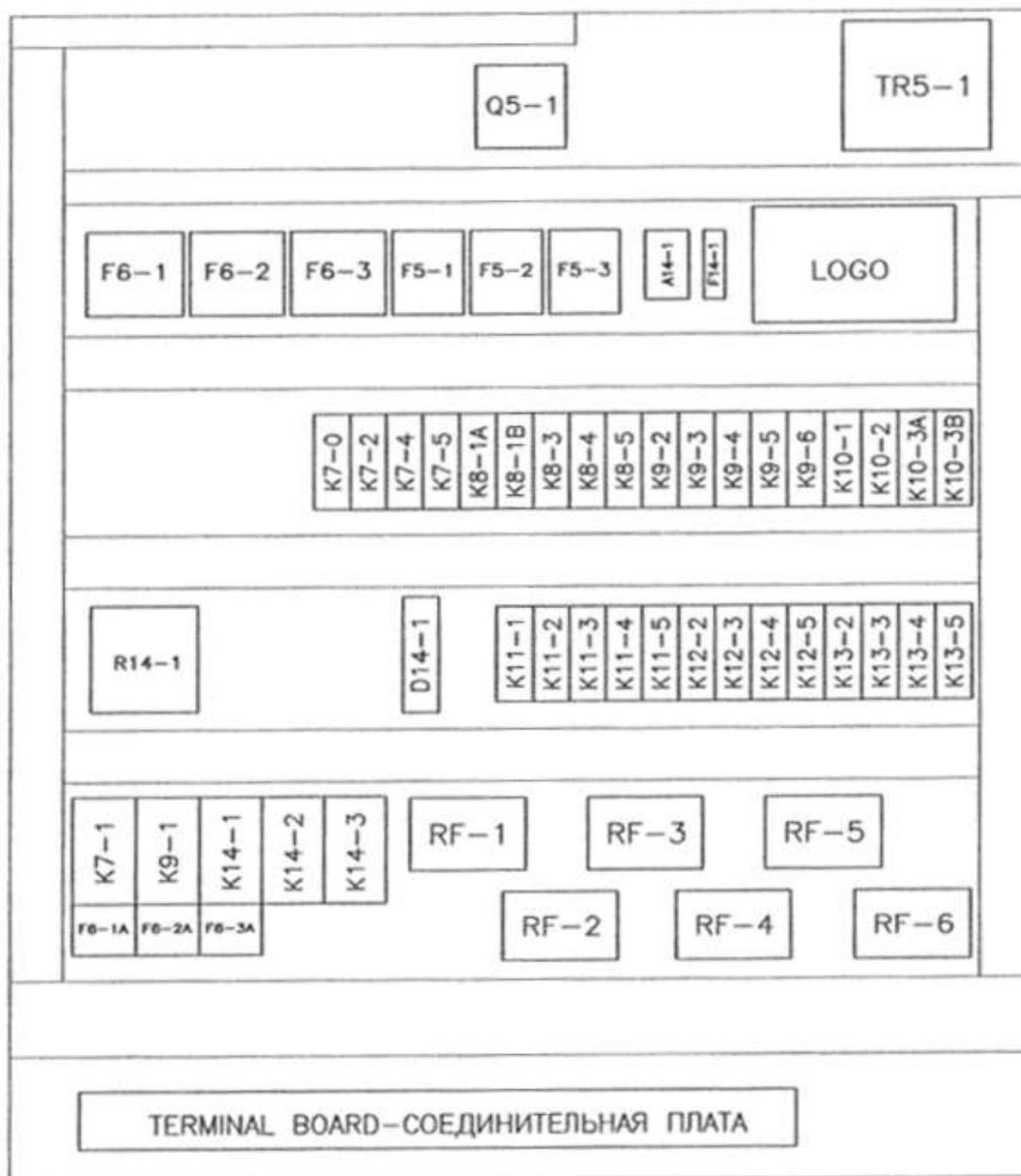


Рисунок 4 – Схема внутренней части шкафа автоматики

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

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

18





Окончание таблицы 3

Описание элемента	Опознавательный код
Логический котроллер	LOGO
Реле общий аварийный сигнал	K10-1
Реле цикла очистки	K10-2
Реле таймер зажигания выключен	K10-3А
Реле таймер зажигания выключен	K10-3В
Автомат-реле наличия пламени горелки 1	RF-1
Автомат-реле наличия пламени горелки 2	RF-2
Автомат-реле наличия пламени горелки 3	RF-3
Автомат-реле наличия пламени горелки 4	RF-4
Автомат-реле наличия пламени горелки 5	RF-5
Автомат-реле наличия пламени горелки 6	RF-6
Реле блокировки горелок	K11-1
Реле зажигания горелки 1	K11-2
Реле горелка 1 вкл.	K11-3
Реле зажигания горелки 2	K11-4
Реле горелка 2 вкл.	K11-5
Реле зажигания горелки 3	K12-2
Реле горелка 3 вкл.	K12-3
Реле зажигания горелки 4	K12-4
Реле горелка 4 вкл.	K12-5
Реле зажигания горелки 5	K13-2
Реле горелка 5 вкл.	K13-3
Реле зажигания горелки 6	K13-4
Реле горелка 6 вкл.	K13-5
Плавкий предохранитель термостата	F14-1
Термостат	A14-1
Сопротивление(резистор) электропанели	R14-1
Замыкатель двигатель вытяжки в рабочее положение	K14-1
Замыкатель двигатель вытяжки в исходное положение	K14-2
Замыкатель двигатель вытяжки в нейтральном состоянии	K14-3
Таймер	D14-1



загрузке программы, на нём могут отображаться сообщения при работе программы, с него можно даже, при сильном желании, запрограммировать контроллер без подключения к компьютеру.

Модуль процессора 0BA4 питается от сети 220В, и имеет четыре дискретных выхода (реле) и восемь дискретных входов. Дискретный выход представляет собой реле с нагрузочной способностью до 10А при напряжении до 240В, дискретный вход допускает подключение цепей переменного тока напряжением 220В. Схема подключения для нашего стенда показана на рисунке 6.

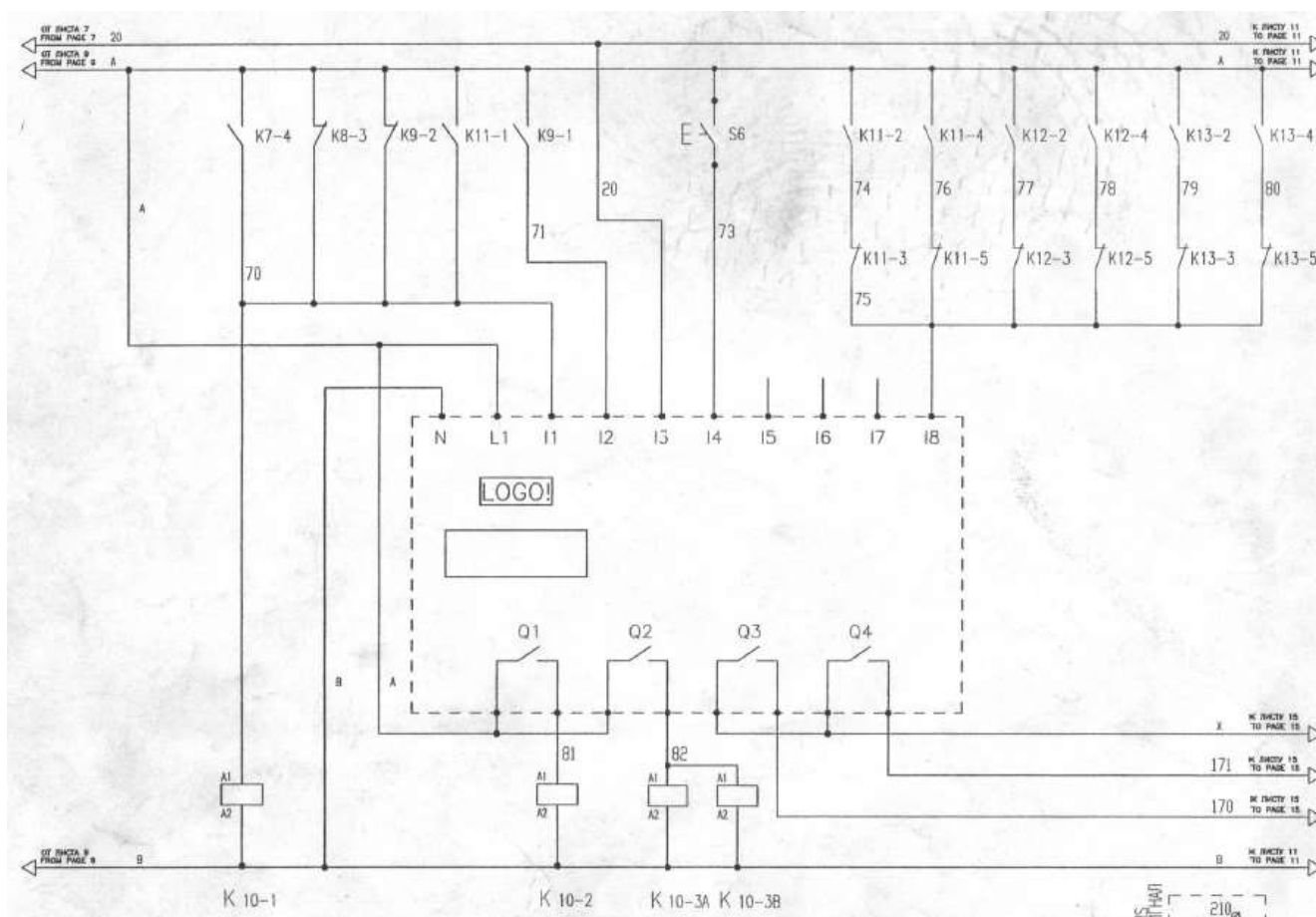


Рисунок 6 – схема подключения к SIEMENS LOGO

По большому счету SIEMENS LOGO является программируемым реле. В данном стенде он отвечает только за логику безопасной работы стенда, при срабатывании определённых реле активирует сигнализации, раздает блокировки и разражения на розжиг и горение. Основным минусом данного технического решения является то, что невозможно построить всю систему только на данном контроллере. Приходится использовать дополнительно контроллер температуры. Так же нет возможности организовать человеко-машинный интерфейс HMI. Вследствие чего нет возможности организовать удалённый мониторинг работы

стенда. Всё управление происходит через кнопки и переключатели, что так же затрудняет организацию удалённого управления. Такой тип управления технически и морально устарел, в современных системах управление оборудованием организовано через человеко-машинный интерфейс НМІ. В современных системах большая часть логики организована за счет программируемых логических контроллеров, посторонние релейной логики отходит на второй план.

Вторым главным элементом данного стенда является контроллер температуры ERO ELECTRONIC РКР 111170300. Он отвечает за регулирование температуры нагрева футеровки. В нем задаются все программы сушки и разогрева. Минусом такого технического решения является то, что нельзя организовать мониторинг температуры через человеко-машинный интерфейс НМІ. Нет возможности сохранять графики работы стенда. При выхода из строя данного устройства, все установки и программы нужно будет восстанавливать заново в ручную.

Ниже на рисунке 7 изображен контроллер ERO ELECTRONIC РКР 111170300.



Рисунок 6 – Контроллер ERO ELECTRONIC РКР 111170300

На рисунке 7 Изображена схема подключения контроллера ERO ELECTRONIC РКР 111170300 к стенду сушки высокотемпературного разогрева.

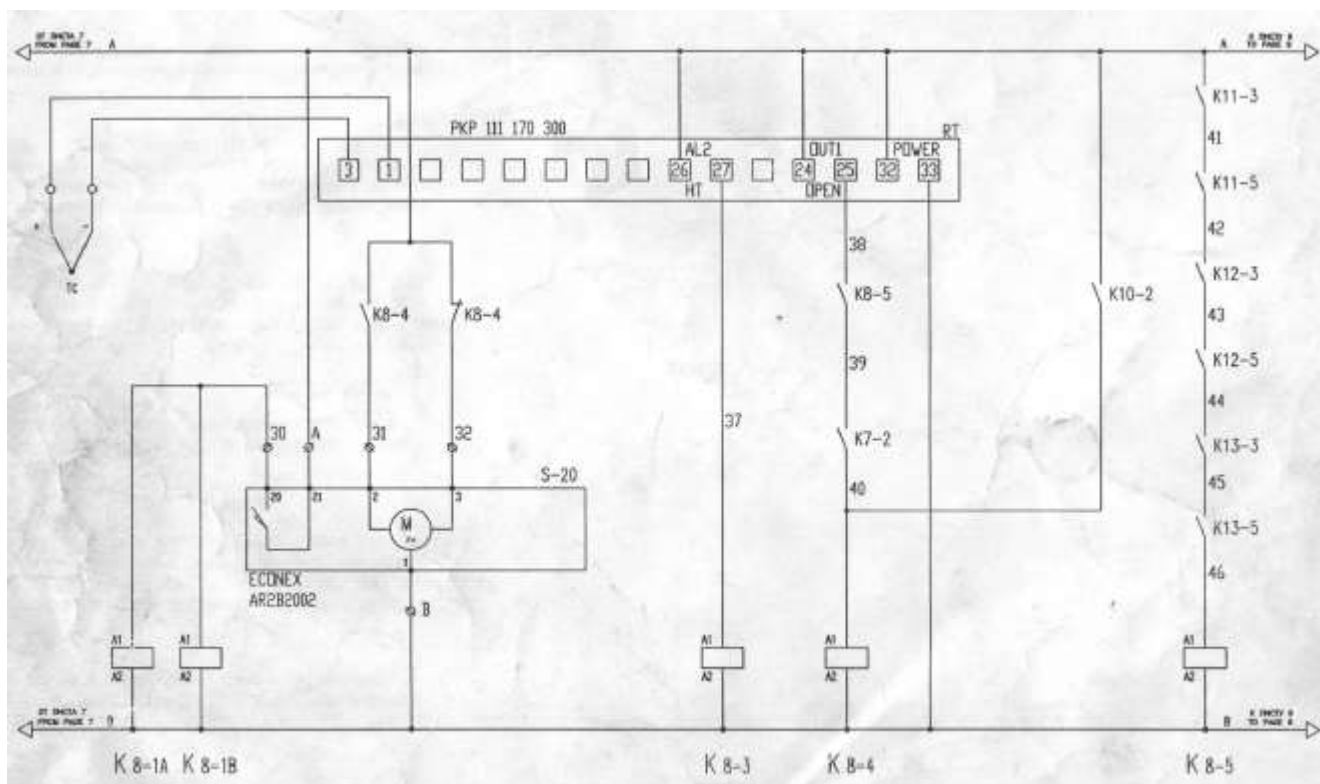


Рисунок 7 – схема подключения контроллера ERO ELECTRONIC PKP 111170300 к стенду сушки и высокотемпературного разогрева.

Еще одним важным элементом стенда, без которого не обходиться не одна автоматизированная система контроля горения газа это автомат горения.

В нашем стенде уставлен автомат горения Brahma SM 592. Основное назначение автоматов горения Brahma запуск и контроль пламени в горелках. Они работают совместно с ионизационным электродом, который выступает как датчик наличия пламени. Одним из минусов данного автомата является отсутствие дисплея, на котором показывается состояние программы, параметры установки и сила тока датчика контроля пламени, а так же причина неисправности. Так же автомат горения Brahma SM 592 не может проводить самотестирование для поиска неисправности, что значительно увеличивает время поиска и устранения неисправности. Ниже на рисунок 7 изображен автомат горения Brahma SM 592



Рисунок 7 – Автомат горения Brahma SM 592

#### 1.4 Постановка задачи

Большое значение для стабильной работы МНЛЗ №4 имеет подготовка промежуточных ковшей для разливки стали. Это может позволить увеличить серийность плавов до 100, что значительно повысит ее производительность. Поэтому важной задачей для ПАО ЧМК является увеличение времени работы промежуточных ковшей до их ремонта. Этого можно добиться увеличением стойкости футеровки, для этого была разработана ее новая технология изготовления. В процессе изготовления футеровки одним из главных этапов является ее сушка и разогрев. Если пренебречь этим этапом, то существенно снизится качество и срок службы футеровки. Это может повлечь различные аварии и сбои работы МНЛЗ.

МНЛЗ является опасным производственным объектом. Любой просчет, который приводит к аварии, влечет за собой остановку производства, порчу оборудования, огромные денежные потери, а в самых худших случаях может привести к травмам и смертям сотрудников.

Одним из основных факторов повышения эффективности производства непрерывного литья заготовок и уменьшения количества аварий является использование систем автоматического управления, оснащенных современными технологическим, математическим и программным обеспечением.

Действующий стенд сушки и высокотемпературного разогрева устарел морально и технически. В данной системе отсутствует самодиагностика из-за чего при частых авариях в системе, затрачивается большое время на выявление неисправностей и их устранение. На установленном контроллере SIEMENS LOGO невозможно организовать человеко-машинный интерфейс HMI, что значительно повышает затрату человеческих ресурсов на организацию контроля работы стенда. Так же нет возможности вести архив с техническими данными

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

протекающего процесса сушки. При возникновении аварий данный архив сильно помогает в поиски причины аварии.

Для решения этой проблемы руководством ПАО ЧМК была поставлена задача, модернизировать устаревшее оборудование и разработать новую систему автоматического управления для стенда сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей, во время капитального ремонта, прошедшего в мае 2018 года, с целью увеличения уровня автоматизации производства, увеличения объёмов производств, улучшения качества выпускаемой продукции, оптимизации затрат и улучшения работы предприятия.

Программа модернизации стенда включает в себя:

1. На базе существующего стенда сушки разработать новую структуру системы управления с учетом специфики технологического процесса.
2. Подобрать оборудование для реализации новой системы управления.
3. Разработать программное обеспечение для реализации новой системы управления.
4. Разработать управляющую программу.
5. Ввести в эксплуатацию новую систему управления.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26



## ЧАСТЬ 2 МОДЕРНИЗЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА СУШКИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ КОВШЕЙ

### 2.1 Описание технологического процесса

#### 2.1.1 Основные характеристики МНЛЗ №4 участка ОНРС-2 ККЦ. Описание технологического процесса объекта.

МНЛЗ- это машина непрерывного литья заготовок далее МНЛЗ.

На МНЛЗ №4 разливка стали производится открытой и закрытой струей на заготовку сечением 100x100, 180x180 мм и круг 150 мм. Поставщиком оборудования сортовых машин являлась итальянская фирма «DANIELI».

Основной сортамент разливаемой стали:

- низкоуглеродистая (в т.ч. с углеродом 0,10 и менее);
- углеродистая (ст3, ст5, 20, 8235Ж и др.);
- арматурная и низколегированная (25Г2С, 35ГС, Grade60 и др.);

На рисунке 8 и 9 изображен план МНЛЗ №4

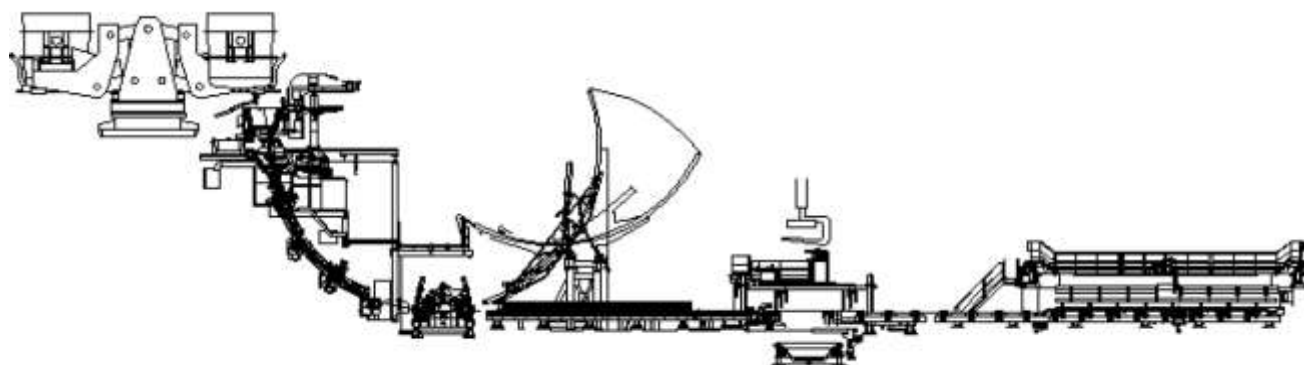


Рисунок 8 – План МНЛЗ №4 вид сбоку

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

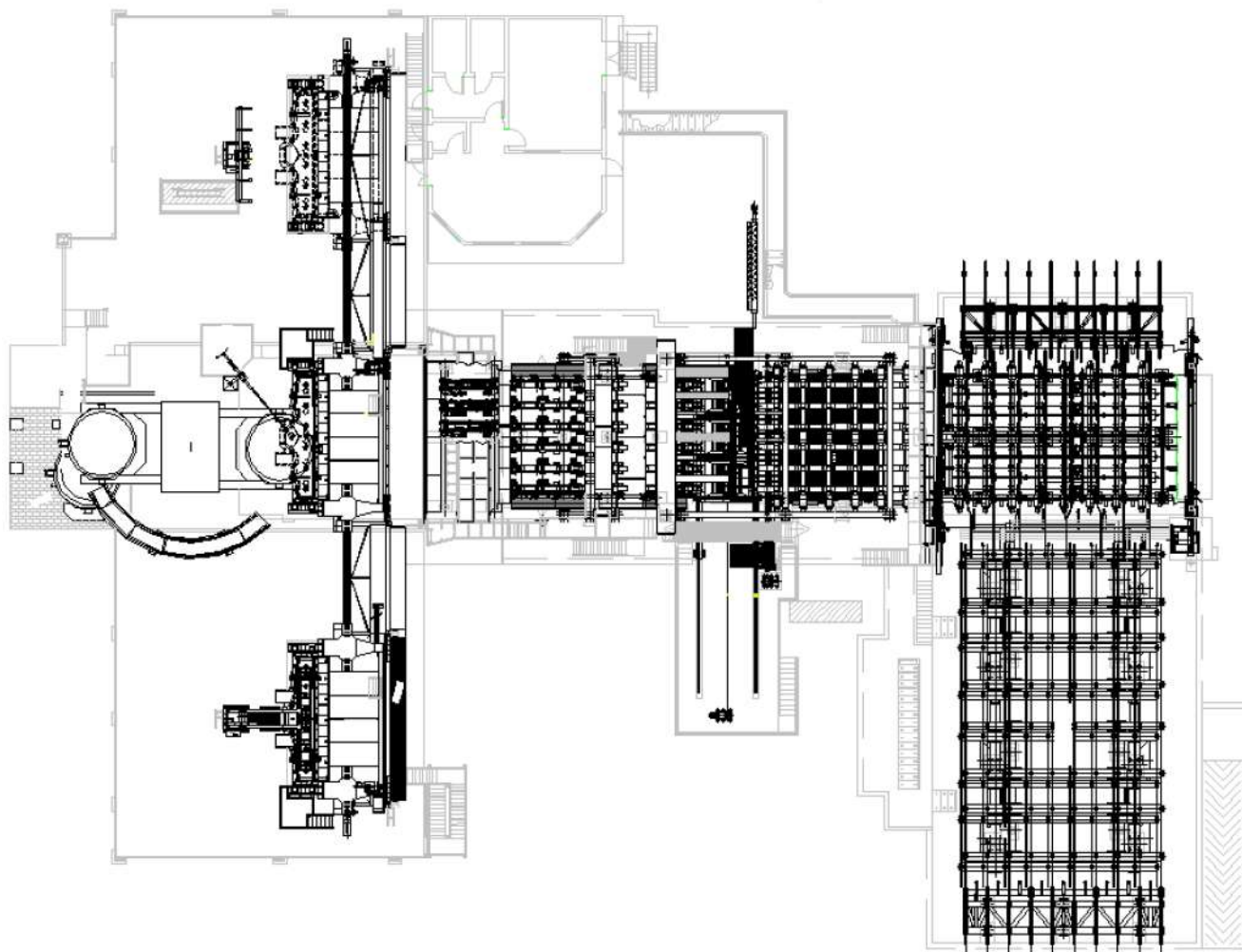


Рисунок 9 – План МНЛЗ №4 вид сверху

В таблице 4 представлены основные технические характеристики МНЛЗ №4.

Таблица 4 – Основные технические характеристики МНЛЗ №4

Параметр	Техническая характеристика
Тип МНЛЗ	Сортовые радиальные
Количество ручьев	6 шт.
Радиус МНЛЗ, м	9
Радиусы разгиба, м	9...16
Расстояние между ручьями, мм	1200
Металлургическая длина, м	24,20
Минимальный размер заготовки, мм	100X100, Ø120
Максимальный размер заготовки, мм	180X180, Ø180
Вместимость сталеразливочного ковша, т	135...145
Опора разливочного ковша	Подъемно-поворотный стенд
Максимальная вместимость промковша, т	28

Продолжение таблицы 4

Параметр		Техническая характеристика
Рабочий уровень металла в промковше		800 мм или 26тонн
Контроль уровня металла в промковше		Тензодатчики на тележке промковша
Опора промковша		Тележка, оборудованная подъёмной системой
Гильза кристаллизатора квадратная (кв.) 100 мм		С изгибом длиной 1000 мм; толщина стенки гильзы – 10 мм; радиус закругления углов – 4 мм; 4-х конусная
Гильза кристаллизатора кв.180 мм		С изгибом длиной 1000 мм; толщина стенки гильзы – 17 мм; радиус закругления углов – 6 мм; 4-х конусная
Гильза кристаллизатора кр.150 мм		С изгибом длиной 780 мм; толщина стенки гильзы – 12 мм; цилиндрическая
Регулирование потока стали между промковшом и кристаллизатором	Открытая струя	Система быстрой смены стаканов-дозаторов
	Закрытая струя	Стопор-моноблок
Смазка кристаллизатора для разлива открытой струей		Масло Energol XB; Mobil1 Formrex 7610, Shell и др.
Шлаковое покрытие металла в кристаллизаторе для разлива закрытой струей		Шлакообразующая смесь(ШОС)
Вместимость емкости для ШОС кристаллизатора, дм <sup>3</sup>		70
Масса ШОС для кристаллизаторов на 1 тонну стали, кг не более		3
Контроль уровня стали в кристаллизаторе		Датчик радиоактивного типа
Перемешивание металла		Устройство электромагнитного перемешивания (ЭМП) в кристаллизаторе
Механизм качания		Гидравлический, стационарного типа



Вторичное охлаждение заготовок на МНЛЗ производится с помощью форсуночной системы. Система включает в себя четыре автономные секции охлаждения, состоящие из стояков (коллекторов), оснащённых кругло факельными форсунками.

Вытягивание заготовок осуществляется тянуще-правильными агрегатами (ТПА) с индивидуальными приводами на каждый ручей.

Порезка заготовок на мерные длины выполняется на машине газовой резки (МГР).

Основными условиями осуществления нормального процесса непрерывной разливки стали являются:

- подготовка металла к разливке - в соответствии с инструкциями по выплавке в конвертере и внепечной обработке стали;
- подготовка и проверка всех узлов, механизмов МНЛЗ перед разливкой, а также выполнение текущих и плановых ремонтов в соответствии с графиками;
- подготовка сталеразливочных, промежуточных ковшей и подводных устройств(защитная труба, погружные стаканы) в соответствии с требованиями, оговоренными нормативными документами;
- выполнение технологических операций в процессе разливки в соответствии с требованиями, предусмотренными настоящей инструкцией, а также инструкциями по технике безопасности.

Соблюдение всех положений настоящей инструкции гарантирует качество непрерывнолитых заготовок, обеспечивающее возможность непосредственной отгрузки потребителю.

### 2.1.2 Технология разливки стали на МНЛЗ №4.

1. Стальковш устанавливается на поворотном стенде его освобождают от грузозахватных устройств и производят подсоединение и фиксацию гидроцилиндра шиберного затвора, подсоединить шланги подачи воздуха на коллектор охлаждения шиберного затвора, открыть подачу воздуха, а также накрывают ковш теплоизолирующей крышкой и разворачивают из резервной позиции в рабочую.
2. Во время выполнения пункта 1, стенд сушки и высокотемпературного разогрева отключается. Промежуточный ковш разогретый до 1200 градусов перемещается в позицию разливки.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

3. Открывают шиберный затвор сталеразливочного ковша и начинают заполнение металлом промежуточного ковша. Непосредственно перед открытием шиберного затвора через стопор- моноблоки начинают продувку аргоном с объемным расходом.
4. С началом наполнения промежуточного ковша металлом в район стопоров подают шлакообразующую смесь ШОС-ПК
5. После наполнения промежуточного ковша не менее чем на одну треть его высоты открывают стопора и начинают наполнение кристаллизаторов металлом (время заполнения 60-80 с).
6. Осуществляется подача воды на вторичное охлаждение.
7. Металл проходит зону вторичного охлаждения
8. Металл проходит через тянущие правильные агрегаты (ТПА).
9. Металл режется с помощью газорезки на мерные длины.
10. Металлические заготовки перемещаются на стенд охлаждения.

Одним из путей повышения серийности разливки МНЛЗ является улучшение состояния рабочего слоя футеровки промежуточного ковша. Футеровка промковша после ремонта обрабатывается с помощью специальных с стандов сушки.

### **2.1.3 Описание технологического процесса изготовления футеровки промежуточных ковшей и роль сушки и высокотемпературного разогрева.**

Для изготовления футеровки используются следующие материалы:

- кирпич шамотный легковесный;
- кирпич шамотный общего назначения;
- кирпич периклазовый;
- масса набивная корундовая;
- бетон с металлической фиброй;
- бетон;
- торкрет-масса;
- картон асбестовый;
- струегаситель УОР;
- блок стопорный УОР;
- огнеупорная мастика;
- мертель;
- войлок;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- клей ПУКК;
- мертель шамотный;
- стекло натриевое жидкое;
- индустриальное масло;
- битум дорожный;
- компенсационный прокладки;

### Изготовление арматурной футеровки

1. Изготовление арматурной футеровки выполняют в соответствии с чертежами.
2. К изготовлению арматурной футеровки допускаются ковши и исправном состоянии. Перед изготовлением монолитной арматурной футеровки металлический кожух ковша очищают от старой от старой огнеупорной массы и продуктов коррозии.
3. Первоначально на днище промковша укладывают картон асбестовый в 1 слой. Затем выполняют кладку шамотными легковесными изделиями. В зоне шести сталевыпускных отверстий устанавливают квадратные шаблоны.
4. Бетонный арматурный слой выполняют из огнеупорного бетона. Увлажненную и перемешанную бетонную массу через рукав машины равномерно подают на днище ковша и вибрируют глубинными электровибраторами, плавно перемещая их через массу так, чтобы образовалась гладкая поверхность.
5. По окончании заливки днища вибраторы извлекают из массы медленно во избежание образования углублений на поверхности залитой массы.
6. Во время естественного твердения футеровки после бетонирования подины в течение 12 часов, запрещается перемещать ковш.
7. Перед бетонированием стен кожух изолируют асбестовым картоном и устанавливают шаблон. Зазор между шаблоном и футеровкой днища уплотняют каолиновой ватой. При установке шаблон центрируют, при помощи струбцин разводят стенки шаблона.
8. Перед установкой в ковш (при каждом использовании) шаблон очищают от старой массы, смазывают слоем индустриального масла и выдерживают в течение 30 мин для стекания излишнего количества масла.
9. Наливную футеровку выполняют до полного заполнения зазора между шаблоном и кожухом промежуточного ковша.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

10. Готовый, залитый промежуточный ковш выдерживают с шаблоном не менее 12 часов. После чего шаблон извлекают.
11. После бетонирования футеровки ковш выдерживают при положительной температуре в течение 24 часов.
12. После естественного твердения ковш передают в разливочный пролет на сушку по режиму №2 или по специальному режиму, утвержденному мастером по ремонту промежуточных ковшей. При отрицательной температуре окружающей среды начало сушки по заданному режиму производить не позднее чем через 1 час нахождения ковша в данных условиях.

#### Изготовление рабочего слоя футеровки промежуточного ковша

1. В приемный карман вплотную к арматурной футеровке стен устанавливают турбостоп. При необходимости подину промковша в месте установки турбостопа выравнивают набивной массой. Образовавшийся в верхней части зазор между стенками приёмного кармана и турбостопом заливают бетоном.
2. На предварительно установленные плиты системы CNC производят установку блоков CNC. Монтаж блока CNC производится непосредственно на стакан дозатор системы CNC с обеспечением плотной его посадки. Перед установкой блока CNC его посадочное гнездо обмазывают мастикой, далее устанавливается блок CNC. Зазор между блоком CNC и арматурной футеровкой подины промковша уплотняют набивной массой при помощи пневмотрамбовки.
3. Далее на блоки CNC производится установка насадочных блоков, предназначенных для предотвращения попадания неметаллических включений и мусора в кристаллизатор во время подачи первой порции металла в промковш.
4. Торкретирование промковшей производят с помощью торкрет-машины. Температура поверхности футеровки перед торкретированием должна быть от 60 °С до 80 °С. Подогрев футеровки промковша производят не менее 1 часа.
5. Сначала торкрет-масса наносится на стены в два слоя зигзагообразными движениями сопла, опускаемого сверху вниз по стенке ковша, обеспечивая равномерное нанесение торкрет-слоя. Затем по вышеописанной технологии наносят второй слой.
6. Далее производят торкретирование подины и сливных желобов.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34



7. Перед сушкой ковша каналы стакан-дозаторов очищают от посторонних материалов и остатков огнеупоров. После очистки необходимо закрыть асбестовой пробкой канал стакана-дозатора и накрыть воронкообразную полость металлическим листом.
8. Затем ковш накрывают теплосберегающими крышками и подают на сушку.
9. Сушку торкрет-слоя производят по режиму №3 или по специальному режиму, утвержденному мастером по ремонту промежуточных ковшей, одновременно снизу газовыми горелками подсушивают стаканы-дозаторы.

#### **2.1.4 Технологический процесс разогрева футеровки и ввод промежуточных ковшей в эксплуатацию**

- 1 Подготовленный промежуточный ковш устанавливается на разливочную тележку в позицию парковки для разогрева
- 2 Разогрев промковша осуществляют по режиму №4 или по специальному режиму, утвержденному мастером разливки, одновременно снизу газовыми горелками подсушивают погружные стаканы 30
- 3 Температура футеровки промковша перед выдачей на разливку должна составлять 1200° С
- 4 После разогрева разливщики производят осмотр состояния футеровки на наличие трещин, обрушения и проч. и принимают решение об отдаче ковша под разливку.

Ниже на рисунках 10, 11, 12, 13, приведены графики с режимами сушки и высокотемпературного разогрева футеровки промежуточного ковша.

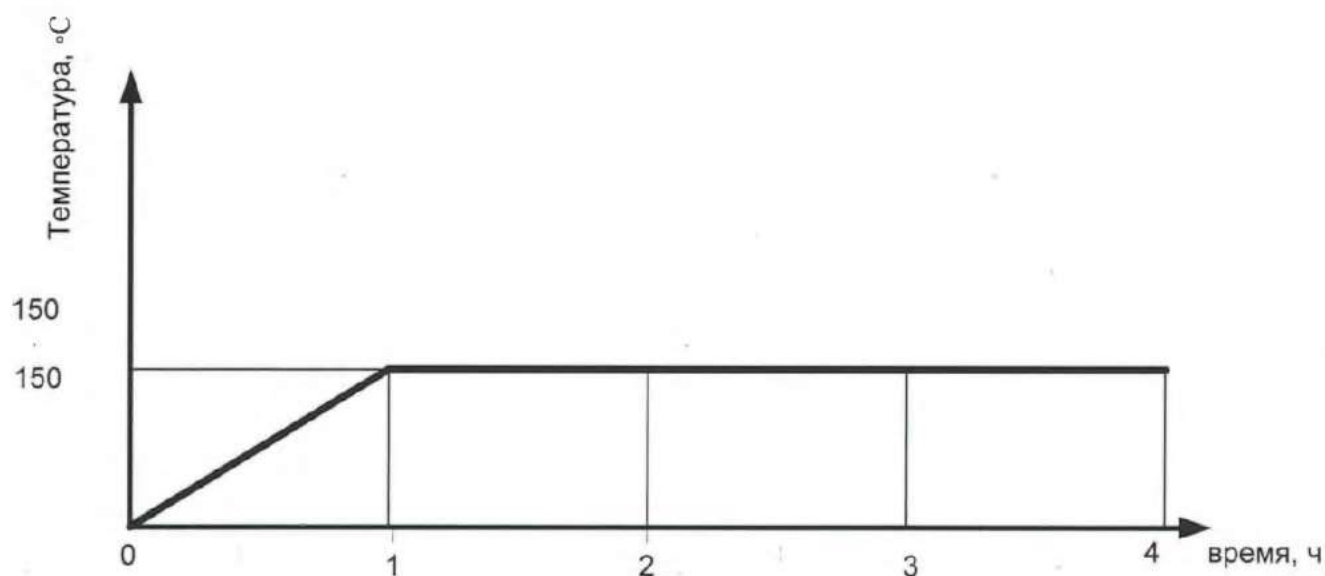


Рисунок 10 – График сушки футеровки промежуточного ковша перед торкретированием (режим №1)

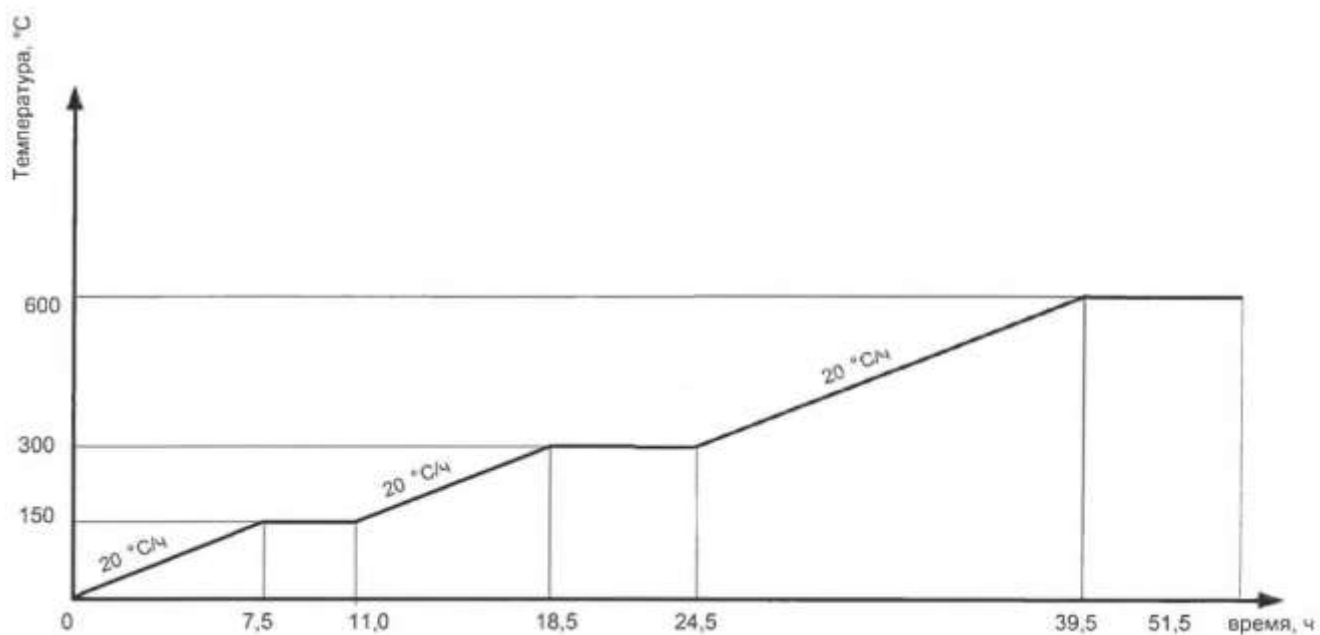


Рисунок 11 – График сушки бетонной арматурной футеровки промежуточных ковшей (режим №2)

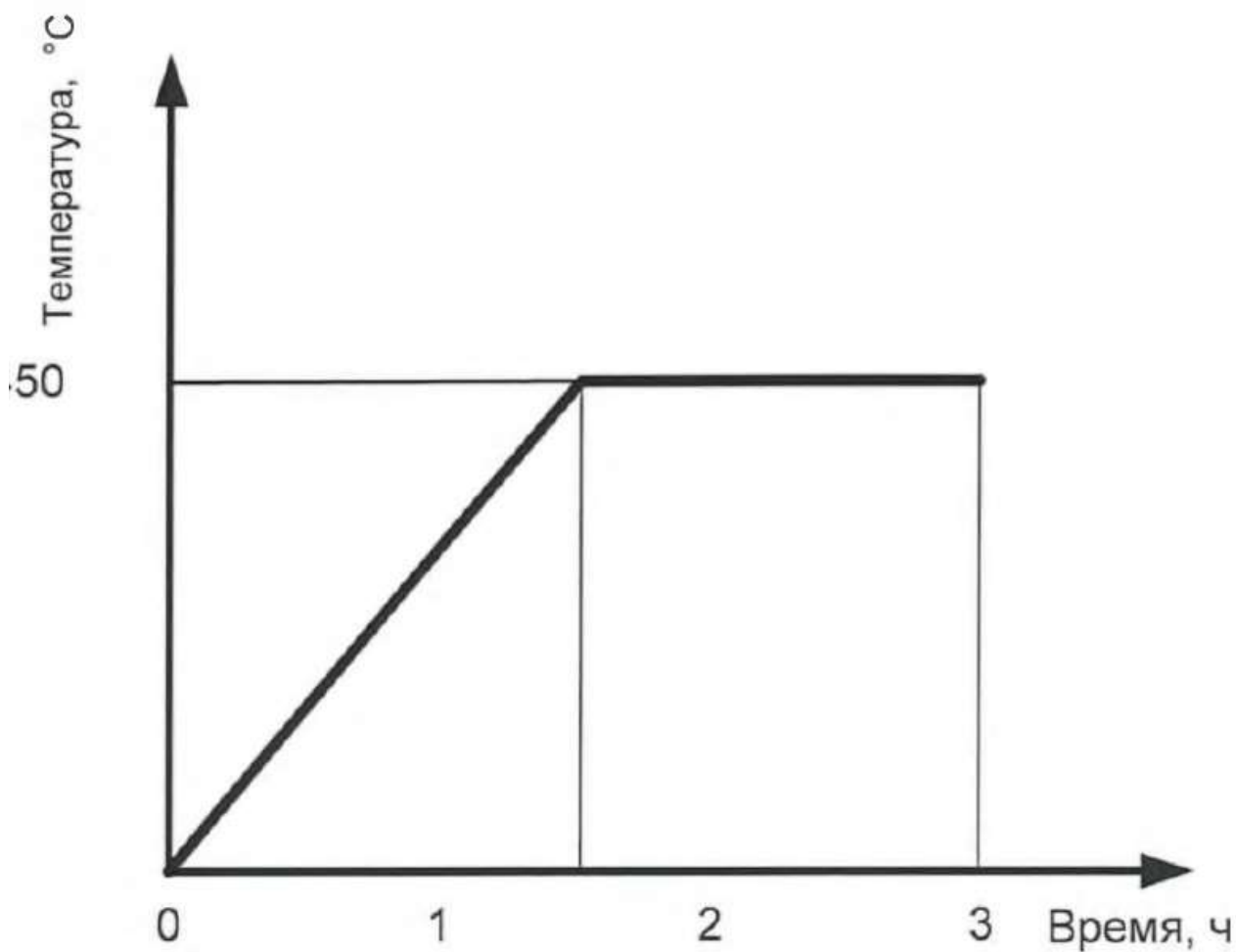


Рисунок 12 – График сушки торкрет-слоя (режим №3)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

36



## 2.2 Требования к новой системе автоматического управления.

Основные цели новой систему управления:

- Обеспечение надежной и безаварийной работы станда сушки и высокотемпературного разогрева.
- Стабилизация эксплуатационных показателей технологического оборудования и режимных параметров технологического процесса;
- Увеличение выхода и повышение качества конечной продукции;
- Предотвращение аварийных ситуаций;
- Автоматическая и автоматизированная диагностика оборудования;
- Повышение оперативности действий технологического персонала на основе повышения уровня информированности и достоверности данных;
- Улучшение условий труда технологического персонала;
- Повышение уровня организации управления технологическим процессом.

Новая система автоматического управления должна обеспечивать:

- Автоматизированный контроль и управления технологическим процессом сушки и высокотемпературного разогрева футеровки промежуточных ковшей в реальном времени.
- Безопасность технологического процесса сушки и высокотемпературного разогрева футеровки промежуточных ковшей.
- Возможность автоматического и дистанционного проведения технологического процесса.
- Возможность сохранять историю параметров работы станда

### Требования к техническому обеспечению

Все технические средства автоматизации должны удовлетворять требованиям функциональной достаточности, то есть способности реализовать с заданными показателями качества функции, соответствующие их назначению и определенные в техническом задании на систему.

Все средства автоматики и вычислительной техники, применяемые в системе автоматического процесса, должны удовлетворять требованию устойчивости функционирования, то есть они должны быть способны работать в режиме непрерывного круглосуточного функционирования.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Технические средства должны удовлетворять требованию информационной совместимости, то есть согласованности физических и информационных характеристик выходных сигналов.

Все технические средства автоматизации технологических процессов должны соответствовать действующим требованиям промышленной безопасности, установленным Федеральным законом от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

Все электрические и электронные средства систем автоматизации, размещаемые во взрывоопасных зонах технологических объектов, должны применяться только во взрывозащищенном исполнении и иметь уровень взрывозащиты, отвечающий требованиям, предъявляемым ГОСТ 30852.0 и ГОСТ 30852.13. Также должна быть предусмотрена возможность расширения системы автоматического управления путем подключения дополнительных контроллеров, модулей ввода-вывода, нормирующих преобразователей, барьеров искрозащиты и других аппаратных компонентов в объеме до 20% от используемых. Во всех шкафах и панелях, шасси контроллеров необходимо предусматривать не менее 15% свободно места для размещения дополнительного оборудования.

### **Требования к программному обеспечению**

Программные средства АСУ ТП должны отвечать следующим требованиям:

- функциональная полнота;
- надежность;
- модифицируемость;
- модульность построения;
- масштабируемость;
- удобство применения;

Программные средства автоматизированной системы управления должны быть достаточными для реализации совместно с техническими средствами необходимого набора функций системы, начиная от сбора и отображения технологической информации до контроля и автоматизированного управления производством в реальном масштабе времени.

Программные средства АСУ ТП должны обеспечивать возможность создания автоматизированных систем, открытых для модернизации и развития.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

## Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение системы должно представлять собой совокупность математических методов, моделей алгоритмов для решения задач реализации функций управления. Математическое обеспечение системы автоматического управления должно разрабатываться исходя из требований, предъявляемых к системам 21 управления технологическим объектом, работающим в режиме реального времени:

- работа с большим количеством параметров АСУ ТП;
- высокая производительность обслуживания потоков сигналов;
- малое время реакции АСУ ТП;
- высокая надежность функционирования АСУ ТП;
- недопустимость потери, искажения и необоснованного дублирования циркулирующей информации;

## Требования к информационному обеспечению

Информационное обеспечение представляет собой совокупность входных, выходных сигналов и данных, которая должна быть достаточной для выполнения всех автоматизированных функций стенда. Помимо этого, информационное обеспечение должно содержать основные решения по организации человеко-машинного интерфейса и архивации информации.

Информационное обеспечение должно включать:

- описание процедуры сбора и передачи информации, включая временные нормы;
- требования к организации НМИ, включая способы отображения информации на экране, диалоговые процедуры выдачи управляющих команд и пакет проектов мнемосхем;
- систему классификации и кодирования информации;
- систему организации базы данных реального времени и архивных данных (протокол событий и историческая база данных);
- информационные массивы, включая входную аналоговую и дискретную информацию, результаты расчета и наиболее важные промежуточные результаты, справочную информацию;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Требования к объему автоматизации

Стенд сушки и высокотемпературного разогрева должен быть оснащен средствами автоматизации обеспечивающими:

- контроль понижение давления газа;
- контроль повышение давления газа;
- контроль понижение давления воздуха;
- контроль наличия пламени на газовых горелках;
- контроль потери герметичности трубопровода газа;
- контроль положения стрелы с горелками;
- контроль положения системы вентури;
- управление вытяжкой системы вентури;
- управление перемещением системы вентури;
- управление перемещением стрелы с горелками;
- автоматическое измерение температуры промежуточного ковша;
- автоматическое регулирование заданного параметра температуры;
- автоматическое регулирование положения воздушной заслонки;
- автоматический розжиг газовых горелок;
- наличие человеко-машинного интерфейса управления;
- возможность удаленного мониторинга работы системы;
- ручного и автоматического управления системой;
- систему сигнализации о неисправности системы;
- систему оповещения о работе системы;

### 2.3 Разработка структурной схемы системы автоматического управления

Система автоматического управления стендом сушки и высокотемпературного разогрева строится по принципу иерархического распределенного управления, т.е. в виде многоуровневой, территориально и функционально распределенной системы, состоящей из подсистем, согласованно управляющих всей совокупностью производственных процессов.

Система автоматического управления обеспечивает взаимодействие различных уровней автоматизации:

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– нижний, полевой уровень: датчики, приборы и средства контроля, преобразователи, сервоприводы и другие исполнительные устройства, а также другие КИП и А, включая средства автоматики, встроенные в технологическое оборудование;

– Средний, контроллерный уровень: ПЛК, контуры авторегулирования и стабилизации;

– Верхний, информационно вычислительный уровень: уровень мониторинга, протоколирования процесса, настройки и управления технологическими процессами агрегатов и установок, панели оператора НМІ.

В данной работе мы будем использовать следующие средства автоматизации:

- программируемый логический контроллер;
- различные модули расширения для программируемого логического контроллера;
- сенсорную панель оператора;
- сервопривод;
- датчик-реле давления 3 штуки;
- автомат управления горелками;
- термоэлектрический преобразователь;
- автомат контроля герметичности;
- датчики контроля пламени;
- запальные электроды;
- разнообразные реле;
- блок-контакты;
- кнопки, переключатели и сигнальные лампы;
- автоматические выключатели;
- и другие средства автоматики;

Трехуровневая структура системы автоматического управления станком сушки и высокотемпературного разогрева в сочетании с существующей структурой МНЛЗ-4 приведена на рисунке 14.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



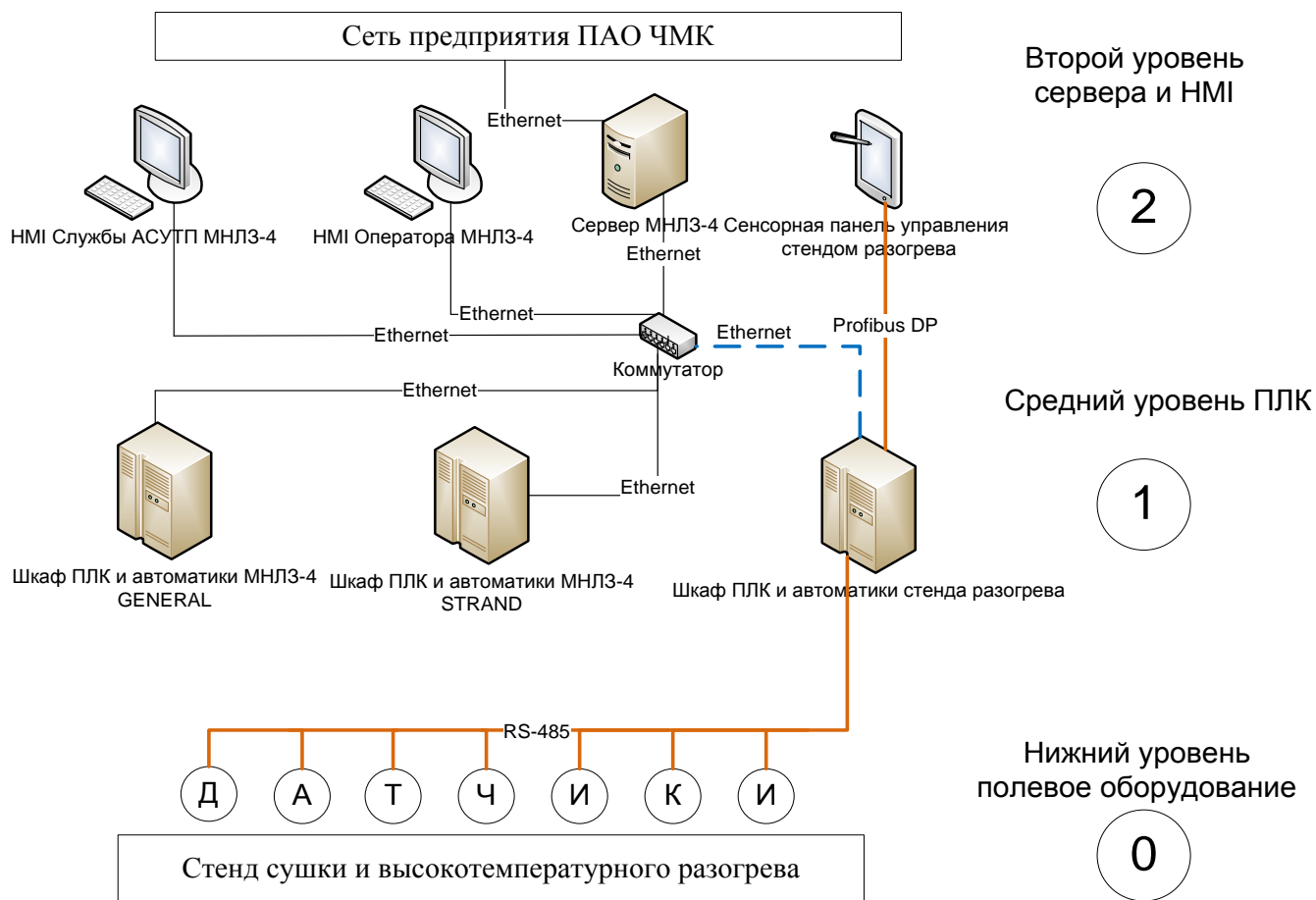


Рисунок 14 – Трехуровневая структура системы автоматического управления стандом сушки и высокотемпературного разогрева

В структуре, изображённой на рисунке 14, показана связь компонентов системы автоматизированного управления МНЛЗ-4. В рамках данной выпускной квалификационной работе будет реализована та часть структуры, которая выделена жирной оранжевой линией, она включает в себя следующие этапы:

- подобрать оборудование для реализации новой системы управления;
- подобрать программное обеспечение для реализации новой системы управления;
- разработать управляющую программу ПЛК;
- ввести в эксплуатацию новое оборудование: датчики исполняющие устройства, различные средства автоматики и ПЛК;
- подключить к ПЛК сенсорную панель оператора;
- разработать человеко-машинный интерфейс для сенсорной панели оператора.;
- ввести в эксплуатацию стенд сушки и высокотемпературного разогрева;

Так же на рисунке 14 изображено синий пунктирной линии подключение ПЛК к сети МНЛЗ-4, в рамках данной выпускной квалификационной работы эта часть

структуры реализована не будет. Вся описанная работа по модернизации, была реализована рабочей группой предприятия, членом которой я являюсь, как сотрудник службы АСУТП участка ОНРС №2, 3.

## 2.4 Выбор оборудования

### 2.4.1 Выбор программируемого логического контроллера

Программируемый логический контроллер (ПЛК) – это электронное микропроцессорное устройство, управляющее машинами или процессами, предназначен для автоматизации технологических процессов. PLC принимает поступающие сигналы, обрабатывает их в соответствии с установленной программой и далее передает их управляемым приборам и устройствам. Основное предназначение программируемых логических контроллеров – это анализ и сбор информации с различных датчиков, сравнение полученных данных, логическая обработка полученных сигналов по заранее установленной схеме, и наконец – передача управляющих сигналов. Программа создается с помощью специального программного обеспечения, с ее помощью могут в любом порядке соединяться входы и выходы, измеряться время или выполняться различные вычислительные операции. Важными показателями PLC является максимальное число входов и выходов, размер оперативной памяти и скорость вычислений. Но также, как и контрольно-измерительное оборудование их нужно индивидуально подбирать для реализации конкретных технических задач.

Применение программируемых логических контроллеров в системах управления и сбора данных позволяет достичь следующих результатов:

- значительно упростить управление и контроль на объекте;
- сократить затраты на кабельные коммуникации, идущие к датчикам;
- увеличить срок службы всей системы;
- использовать принцип модульности, делая отдельные элементы и узлы системы относительно независимыми и автономными;
- вводить в строй не всю систему сразу, а поэтапно;
- снизить расходы на модернизацию системы, быстрее расширять и наращивать возможностей системы;
- быстро интегрировать вновь создаваемые системы в общую сеть предприятия;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

При выборе ПЛК для начала нужно определиться с выбором производителя. Крупнейшими мировыми производителями ПЛК являются компании Allen-Bradley, Omron, Schneider Electric, Siemens. Также ПЛК производят Advantech, Delta, VIPA, Mitsubishi Electric, WAGO I/O, Phoenix Contact и многие другие. Российские производители ПЛК : Контар, Овен, Segnetics, Fastwel, Текон. Из чего нужно исходить в первую очередь при выборе производителя? Необходимо посмотреть линейку ПЛК, которая уже используется на заводе. Нежелательно на одном производстве разводить «зоопарк» и устанавливать на каждую машину свой контроллер. Снижение номенклатуры ПЛК на заводе облегчает обслуживание производства, снижает затраты на обучение персонала и ЗИП.

Далее, по важности, идет предпочтение рабочей группы программистов предприятия. Как правило, у них есть любимый производитель, с которым они предпочитают работать. Рабочая группа лучше знает особенности этих ПЛК, инструменты, которые предлагает программное обеспечение разработки. Программа пишется быстрее и надежнее, и, соответственно, получается дешевле.

Немаловажным является доступность (стоимость) и функциональность среды разработки программы. Многие производители выпускают свое программное обеспечение для программирования ПЛК. Такое ПО учитывает аппаратные особенности контроллеров. Другие используют аппаратно-независимое программное обеспечение для разработки программ ПЛК «CoDeSys». Для работы с «CoDeSys» необходимо установить библиотеку для выбранного производителя. Сам «CoDeSys» является бесплатным продуктом, при этом стоимость библиотек устанавливается производителем контроллеров.

После выбора конкретного производителя желательно изучить его линейку ПЛК, посмотреть, насколько она широкая, можно ли решать задачи разного уровня сложности. Условно по своим возможностям ПЛК можно разделить на 3 группы: малые, средние и большие. Малые ПЛК предназначены для простых задач. Количество подключаемых устройств ограничено числом около 100. При этом малые ПЛК уже содержат небольшое количество входов/выходов, и Вам не нужно подбирать отдельные модули (одна задача – один контроллер). При этом на современных контроллерах этой группы можно решить самые разнообразные задачи. Самая широкая группа ПЛК – средняя. ПЛК этой группы делаются модульными, чтобы можно было гибко подобрать конфигурацию для решения задачи. С помощью таких контроллеров можно построить систему автоматизации целой линии или цеха. Средние ПЛК поддерживают различные сетевые технологии для интеграции с полевыми устройствами, для объединения управляющих устройств, а также для связи с верхним уровнем автоматизации.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Очень немногие производители производят Большие ПЛК. Они позволяют реализовать автоматизацию всем заводом, при этом без сетевых технологий здесь уже невозможно. По функциональным возможностям они не отличаются от средних ПЛК. Начинаящему программисту и разработчику систем автоматизации, а так же выпускнику, такому как я, хочется сделать свой выбор из объективного сравнения ПЛК разных производителей. Сравнить на практике оказывается довольно сложно, производители дают технические данные в разных единицах измерения, что приводит к дополнительной путанице. Но чаще нам надо просто определиться, сможет выбранный контроллер решить поставленную задачу или нет.

Самая важная характеристика ПЛК при его выборе - количество точек ввода/вывода. Это максимальное количество дискретных устройств, которое можно подключить к ПЛК. В документации производителя это число указывается для самого мощного из серии ПЛК с учетом всех модулей расширения. Аналоговые входы/выходы в это число не входят. Количество аналоговых сигналов, чаще всего, ограничивается количеством модулей расширения. В редких случаях происходит ограничение по питанию модулей расширения или по памяти ввода/вывода. Малые ПЛК сильно ограничены в подключении аналоговых сигналов. При количестве сигналов более 8, нужно рассматривать Средние ПЛК или другие способы сбора аналоговых данных.

Если ПЛК требуется интегрировать в сеть предприятия, нужно посмотреть, поддерживается ли интересующий Вас интерфейс данным контроллером. Существует огромное количество сетей и интерфейсов. Они отличаются по назначению и широте использования. Если нужно произвести обмен между существующим ПЛК и новым, то, естественно, оба должны поддерживать общий интерфейс уровня управления. По интерфейсам полевого уровня также могут подключаться некоторые датчики и исполнительные механизмы. Малые ПЛК поддерживают небольшое количество сетей полевого уровня. Средние и большие ПЛК поддерживают большую номенклатуру сетей и интерфейсов.

ПЛК применяется для процессов разной скорости. Цикл программы контроллера, если не используются сложные функции и процедуры длится от единиц до сотен миллисекунд. Поэтому при работе с современными ПЛК вероятность столкнуться с нехваткой производительности, низкая. Если при разработке есть требование к быстродействию, оценить его можно только написав программу. У некоторых производителей есть инструмент в программном обеспечении для оценки времени цикла программы. Размер программы тоже ограничен, но на практике с ограничением столкнутся очень немногие. По

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

статистике только 25% общего объема рабочей программы занимает управление технологическим процессом. Остальные 75% - это сервисные функции, обработчики ошибок и прочее. Многие также зависят от стиля программирования. Оценить, сколько будет занимать программа до её написания, не имея опыта программирования однотипных задач, невозможно. Поэтому, либо берем самый мощный ПЛК в линейке, либо пишем программу и проверяем с помощью инструментов ПО, сколько она занимает.

Есть 5 языков программирования ПЛК, которые описаны в разделе международного стандарта IEC 61131-3. Производители решают, какие из доступных языков будет поддерживать их ПЛК. Программист выбирает доступный язык, на котором он будет писать программу. Общие рекомендации при выборе языка следующие:

- instruction List (текстовый ассемблероподобный язык) не рекомендуется использовать ввиду низкой наглядности, и сложности наладки и модернизации программы;
- function Block Diagram (графический язык логических элементов) – рекомендуется использовать в небольших задачах. При увеличении программы наглядность падает;
- ladder Diagram (графический язык релейно-контактных схем) – рекомендуется для написания логического управления (вкл/выкл) любой сложности, обладает высокой наглядностью;
- structured Text (текстовый паскалеподобный язык) – рекомендуется использовать для математических расчетов;
- sequential Function Chart (графический высокоуровневый язык) – предназначен для структурирования сложных программ управления, при этом отдельные блоки пишутся на языке более низкого уровня;

При выборе ПЛК нужно руководствоваться не только аппаратными возможностями, но и функциональными возможностями среды разработки программ. ПО должно существенно облегчить жизнь программиста и защитить его от ошибок. Исходя из вышесказанного, можно определить общую последовательность при выборе ПЛК:

- знать какие контроллеры уже используются на объекте;
- Определиться с производителем ПЛК;
- Посчитать количество точек ввода/вывода;
- Посчитать количество аналоговых сигналов;
- Определиться с сетями для подключения датчиков и исполнительных механизмов;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Определиться с сетями для связи контроллеров и верхнего уровня;
- Исходя из выше написанного, выбрать конкретную модель ПЛК и необходимые модули. Если количество точек приближается к максимуму для данной линейки, лучше выбрать более дорогую серию. Если нет опыта автоматизации данных объектов, использовать наиболее мощный контроллер из данной линейки;

### **Обоснование выбора программируемого логического контроллера**

Для построения автоматизированной системы управления стендом сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей на участке ОНРС №2 ККЦ ПАО ЧМК было принято решение использовать программируемые логические контроллер фирмы SIEMENS по следующим причинам:

1. В настоящее время политика ПАО «ЧМК» при строительстве новых объектов и модернизации старых использовать ПЛК только с фирмы SIEMENS.

2. Во время проектирования и строительства участка ОНРС №2 использовались для автоматизации, программируемые логические контроллеры фирмы SIEMENS. Как было сказано мной ранее нежелательно на одном производстве разводить «зоопарк» и устанавливать на каждую машину свой контроллер.

3. Упростит процесс интеграции в общую сеть участка, построенную на ПЛК той же фирмы.

4. Рабочая группа предприятия лучше знает особенности этих ПЛК.

Оценив нагрузку на систему, подсчитав количество входных и выходных дискретных и аналоговых сигналов, было принято решения использовать контроллер средней линейки SIEMENS SIMATIC S7-300. Поэтому выбирать ПЛК мы будем именно из этой линейки.

Программируемые контроллеры SIMATIC являются базовой системой автоматизации всех отраслей промышленного производства, объединяющей в своем составе стандартную аппаратуру управления и широкую гамму промышленного программного обеспечения. Высокая гибкость, возможность использования систем распределенного ввода-вывода, широкие коммуникационные возможности. Простота расширения системы в ходе модернизации объекта. Высокая производительность контроллера SIEMENS благодаря наличию большого количества встроенных функций.

SIMATIC S7-300 - это модульный программируемый контроллер, предназначенный для построения систем автоматизации низкой и средней

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

степени сложности. Эффективному применению контроллеров способствует возможность использования нескольких типов центральных процессоров различной производительности, наличие широкой гаммы модулей ввода-вывода дискретных и аналоговых сигналов, функциональных модулей и коммуникационных процессоров

Контроллер SIMATIC S7-300 имеет 20 типов центральных процессоров:

- типов центральных процессоров S7-300C (Compact) с интегрированными в операционную систему технологическими функциями и набором встроенных входов и выходов: CPU 312C/ CPU 313C/ CPU 313C-2 DP/ CPU 313C-2 PtP/ CPU 314C-2 DP/ CPU 314C-2 PtP;
- 4 модели центральных процессоров стандартного исполнения: CPU 312/ CPU 314/ CPU 315-2 DP/ CPU 317-2 DP;
- центральные процессоры стандартного исполнения CPU 315-2 PN/DP, CPU 317-2 PN/DP и CPU 319-3 PN/DP с встроенным интерфейсом Industrial Ethernet/ PROFINET;
- центральные процессоры CPU 315T-2 DP и CPU 317T-2 DP с встроенными в операционную систему функциями позиционирования и управления перемещением, набором встроенных входов и выходов, встроенным интерфейсом PROFIBUS DP/ DRIVE;
- 5 центральных процессоров с встроенными в операционную систему функциями противоаварийной защиты и автоматики безопасности: CPU 315F-20 2 DP, CPU 315F-2 PN/DP, CPU 317F-2 DP, CPU 317F-2 PN/DP и CPU 319F-3 PN/DP;

SIMATIC S7-300 имеет 256 контактных входов/выходов, а также шину питания 2.7, что позволяет использовать его в качестве центрального электронного устройства для управления всей системой в автоматическом режиме. По шине питания от ПЛК осуществляется информационный обмен со всеми устройствами, подключенными к данной шине.

Наш стенд имеет не большое количество входов выходов, поэтому было принято решение выбрать Simatic S7-314C-2 DP с интегрированными в операционную систему технологическими функциями и набором встроенных входов и выходов. Технические характеристики Simatic S7-314C-2 DP представлены ниже в таблице 5.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Таблица 5 – Технические характеристики Simatic S7-314C-2 DP

Производитель	Siemens		
Серия	Simatic S7–300		
Заказной номер	6ES7314-6CH04-0AB0		
Центральный процессор	CPU 314C-2 DP		
Версия ПО	V3.3		
Программный пакет	STEP 7 V5.5 + SP1 или выше		
Напряжение питания	24В (постоянный ток)		
Потребляемый ток	880 mA		
Встроенная рабочая память	для программ	192 Кбайт	
	для данных	64 Кбайт	
Количество блоков CPU	1024		
Количество счетчиков	256		
Количество таймеров	256		
Количество слотов для модулей расширения	3		
Количество цифровых входов	24		
Количество цифровых выходов	16		
Количество аналоговых входов	5		
Количество аналоговых выходов	2		
Интерфейсный разъем	Profibus DP, MPI, RS485		
Габаритные размеры (ШxВxГ), мм	120x125x130		
Вес, г	680		

Так же к данному контроллеру Simatic S7-314C-2 DP будет подключено 2 модуля расширения. Цифровой модуль ввода/вывода SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24 и цифровой модуль ввода SM 321 DI 16 x DC 24. Их характеристики указаны ниже в таблице 6 и таблице 7



Таблица 6 – Технические характеристики модуля ввода SM 321 DI 16 x DC 2

Производитель	Siemens
Серия	SM-321
Заказной номер	6ES7321-1BH50-0AA0
Для линейки процессоров	Simatic S7-300
Напряжение питания	24В (постоянный ток)
Потребляемый ток	110 мА
Количество цифровых входов	16
Гальваническая развязка	Между каналами и задней шиной
Поддержка тактовой синхронизации	Есть
Фронтальный соединитель	20-полюсный
Габаритные размеры (ШxВxГ), мм	40 x 125 x 117
Вес, г	200 г

Таблица 7 – Технические характеристики модуля ввода/вывода SM 323; DI 16/DO 16 x DC 24

Производитель	Siemens
Серия	SM-323
Заказной номер	6ES7323-1BL00-0AA0
Для линейки процессоров	Simatic S7-300
Напряжение питания	24В (постоянный ток)
Потребляемый ток	160 мА
Количество цифровых входов	16
Количество цифровых выходов	16
Гальваническая развязка	Между каналами и задней шиной
Поддержка тактовой синхронизации	Есть
Фронтальный соединитель	20-полюсный
Габаритные размеры (ШxВxГ), мм	40 x 125 x 117
Вес, г	260 г

На рисунке 15 показан процессор Simatic S7-314C-2 DP с установленными на него модулями расширения.

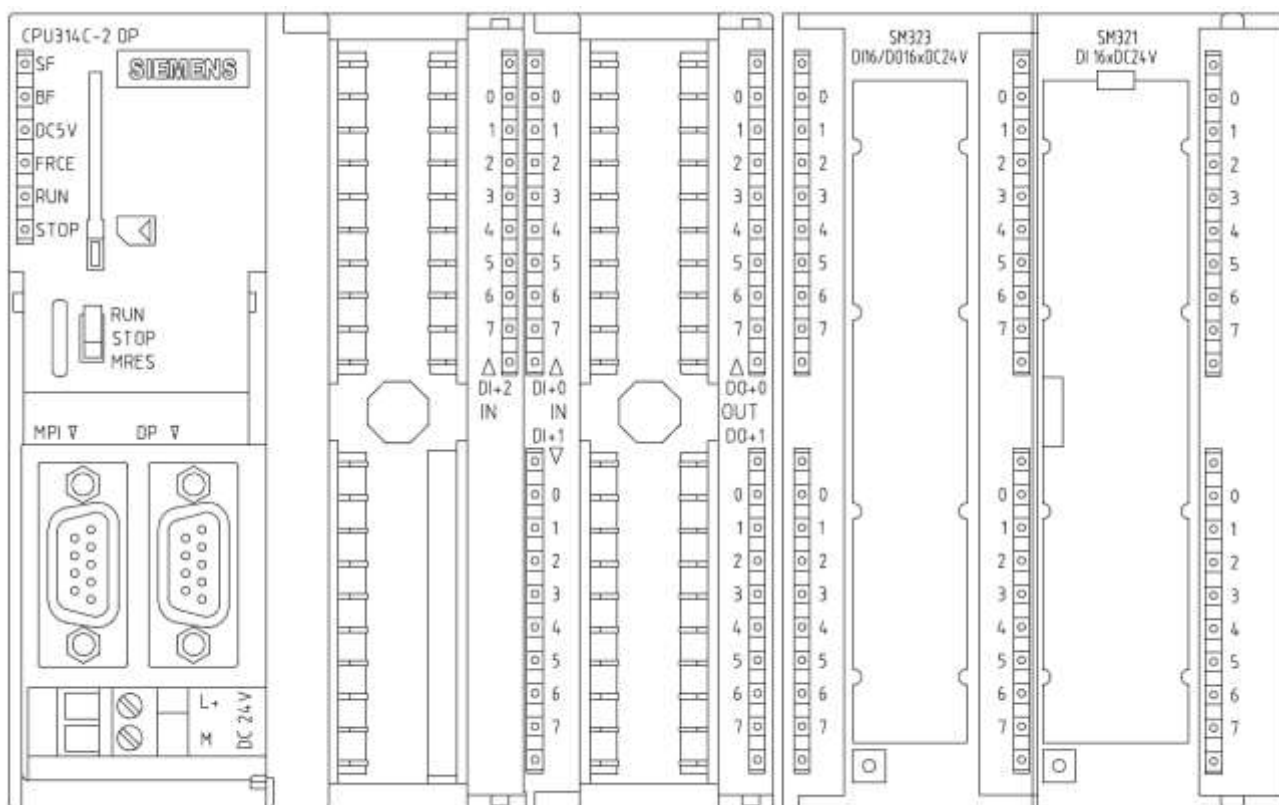


Рисунок 15 – Процессор Simatic S7-314C-2 DP с установленными модулями расширения

## 2.4.2 Выбор сенсорной панели оператора

Для модернизации стенда сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей была выбрана панель оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1. Она идеально совместима с программируемым логическим контроллером Simatic S7-314C-2 DP.

Сенсорные панели оператора SIMATIC серии 177 предназначены для построения систем человеко-машинного интерфейса (HMI) и решения задач оперативного управления и мониторинга. Панели могут использоваться с программируемыми контроллерами SIMATIC S7-200/S7-300/S7-400, системами компьютерного управления SIMATIC WinAC, программируемыми контроллерами других фирм.

Семейство объединяет в своем составе:

- сенсорные панели оператора SIMATIC TP 177A с монохромным дисплеем;

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

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

52

- сенсорные панели оператора SIMATIC TP 177B с монохромным или цветным дисплеем;
- панели оператора SIMATIC OP 177B с монохромным или цветным дисплеем и мембранной клавиатурой;

Работа панелей базируется на использовании операционной системы Windows CE, существенно расширяющей их функциональные возможности:

- шрифты TrueType;
- мощные графические возможности: графические изображения, гистограммы;
- динамические объекты: поля ввода-вывода, выпадающие окна выбора объектов;
- тренды кривых (TP 177B/OP 177B);
- парольная защита;
- библиотеки элементов;
- система обработки сообщений;
- обработка рецептов (TP 177B/OP 177B);
- многоязыковая поддержка, включая русский язык.

Внешний вид сенсорной панели оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1 с лицевой и тыльной сторон представлен на рисунке 16. В таблице 8 представлены основные технические характеристики панели оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1.



Рисунок 16 – Панель оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1

Таблица 7 – основные технические характеристики панели оператора  
SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1

Характеристика		Значение
Номинальное напряжение питания		24В
Потребляемая мощность		6Вт
Дисплей	Тип	CCFL
	Разрешающая способность, точек	320*240
	Размеры области отображения	116*87 мм
	Цветность	4 оттенка голубого цвета
	Наработка на отказ	50000 часов минимум
Клавиатура		Резистивная, 1000000
Микропроцессор		32-разрядный с RISC
Операционная система		Microsoft Windows CE
Flash-EEPROM пользователя		512 КБ
Встроенные интерфейсы		RS485
Скорость передачи данных:		до 187.5 Кбит/с / до 1.5 Мбит/с
Количество и тип подключаемых контроллеров		1 (S7-200/300/400/WinAC)
Пакет конфигурирования		WinCC flexible
Загрузка конфигурации		MPI / PROFIBUS-DP
Основные функции	Экраны	250
	Переменные	500
	Текстовые элементы	1000
	Графические объекты	1000
	Оперативные сообщения	1000
	Аварийные сообщения	1000
	Парольная защита доступа	Есть
	Количество интерактивных языков	5
	Драйверы для других контроллеров	Есть
Степень защиты		IP65-фронтальная панель,
Габариты		212 x 156мм
Масса		0,7 кг
Диапазон температур: рабочий /хранения		0...+50 С / -20...+60 С

Данный сенсорный монитор обладает собственной операционной системой.

Сразу после подачи питания на монитор TP177A появляется окно загрузчика Loader смотри рисунок 17.

Кнопки загрузчика запускают выполнение следующих функций:

- кнопка «Transfer [Передача проекта]» – запуск режима передачи проекта на устройство HMI;
- кнопка «Start [Запуск]» – запуск проекта, который хранится на устройстве HMI;
- кнопка «Control Panel [Панель управления]» – открытие панели управления устройства HMI;

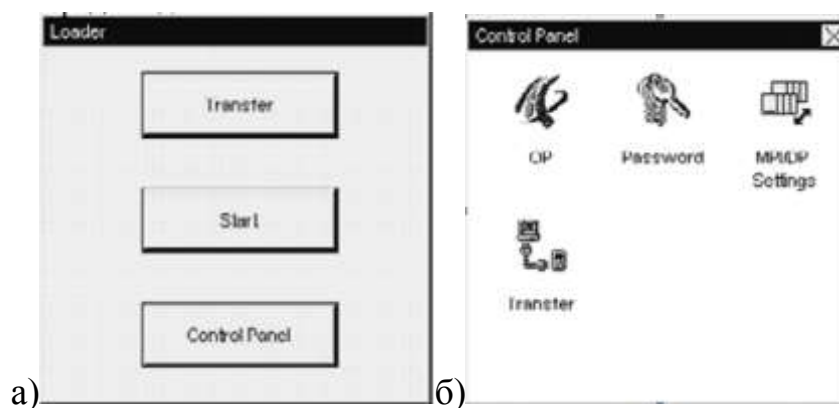


Рисунок 17 – Окна загрузчика (а) и панели управления (б) панели оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1

### 2.4.3 Выбор температурного датчика

В основе работы всех датчиков температуры, использующихся в системах автоматического управления, лежит принцип преобразования измеряемой температуры в электрическую величину. Это обусловлено следующими достоинствами электрических измерений:

- электрические величины удобно передавать на расстояние, причем передача осуществляется с высокой скоростью;
- электрические величины универсальны в том смысле, что любые другие величины могут быть преобразованы в электрические и наоборот;
- электрические величины точно преобразуются в цифровой код и позволяют достигнуть высокой точности, чувствительности и быстродействия средств измерений.

Датчики температуры бывают трех видов:

1. Термопреобразователи сопротивления.
2. Термоэлектрические преобразователи или термопары.
3. Пирометры.

### Термопреобразователи сопротивления.

Принцип действия термопреобразователей сопротивления основан на изменении электрического сопротивления проводников и полупроводников в зависимости от температуры. Материал, из которого изготавливается такой датчик, должен обладать высоким температурным коэффициентом сопротивления, по возможности линейной зависимостью сопротивления от температуры, хорошей воспроизводимостью свойств и инертностью к воздействиям окружающей среды. В наибольшей степени всем указанным свойствам удовлетворяет платина, в чуть меньшей – медь.

Платиновые терморезисторы предназначены для измерения температур в пределах от 260 до 1100°C. Платиновые терморезисторы обладают высокой стабильностью и воспроизводимостью характеристик. Их недостатками являются высокая стоимость и нелинейность функции преобразования. Поэтому они используются для точных измерений температур в соответствующем диапазоне.

Медные терморезисторы более дешевые. Недостатком меди является небольшое ее удельное сопротивление и легкая окисляемость при высоких температурах, вследствие чего конечный предел применения медных термометров сопротивления ограничивается температурой 1800С. По стабильности и воспроизводимости характеристик медные терморезисторы уступают платиновым.

### Термоэлектрические преобразователи или термопары.

Принцип работы термоэлектрические преобразователей основывается на термоэлектрическом эффекте. Данный эффект заключается в том, что если последовательно соединить друг с другом два разнородных металлических проводника, образуя таким образом замкнутую электрическую цепь, и в одном месте соединения проводников произвести нагрев, то в цепи возникает электродвижущая сила. Данную электродвижущую силу называют термо-ЭДС. Под действием термо-ЭДС в замкнутой цепи начинает протекать электрический ток. Место нагрева обычно называют горячим спаем. Место, где нет нагрева холодный спай. Термопары позволяют измерять температуру в диапазоне от –200 до 2200С. Их достоинствами является линейность функции преобразования.

### Пирометры.

Принцип действия пирометров основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света. Пирометры применяют для дистанционного определения температуры объектов.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

В нашем случае, как и в старой системе, оптимальным выбором будет термоэлектрический преобразователь или термопара. Это связано с тем, что использовать пирометры не позволяет возможная конструкция стенда сушки и высокотемпературного разогрева. А использование термопреобразователи сопротивления не практично из за нелинейности функции преобразования, они не предназначены для измерения широкого спектра температуры, в нашем случае от 0 до 1200°C, а так же они не очень подходят для измерения высоких температур.

В качестве фирмы производителя термоэлектрического преобразователя был Челябинский завод “Теплоприбор”. Рассмотрев ассортимент его продукции были выбраны термопары типа ТНН(никельхромникель-никелькремниевые) или тип N.

Основные показатели нескольких моделей термопар указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Основные показатели термопар

Модель термопары	ТНН-0496-04Д-К	ТНН-0196-01К	ТНН-0193-08К
Рабочий диапазон измеряемых температур, °С	от 0 до 1250	от 0 до 1300	от -40 до 1250
Номинальная температура применения, °С	950	900	1000
Ресурс, ч, не менее	8000	8000	10000
Материал защитной арматуры	Металлокерамика , дисилицид молибдена	Боросилицированный графит	Сплав Microbell
Среда измерения	Газ и жидкость	Газ и жидкость	Газ и жидкость
Степень защиты от воздействия пыли и воды	IP66	IP66	IP66
Материал корпуса	Термостойкий пластик	Термостойкий пластик	Термостойкий пластик
Количество чувствительных элементов	1	1	1

Проведя анализ заявленных показателей рассматриваемых моделей термопар, можно сделать вывод, что оптимальным решением ТНН-0193-08К. Ее рабочий диапазон работы хоть и меньше чем у других рассмотренных термопар, но он входит в необходимые пределы измерения для нашего агрегата. Также время работы у этих термопар выше, что значительно снижает затраты на их приобретение и затраты на установку. Так же это увеличивает стабильность работы агрегата, за счет менее частых остановках агрегата на ремонт. На рисунке 18 изброжена термопара ТНН-0193-08К.

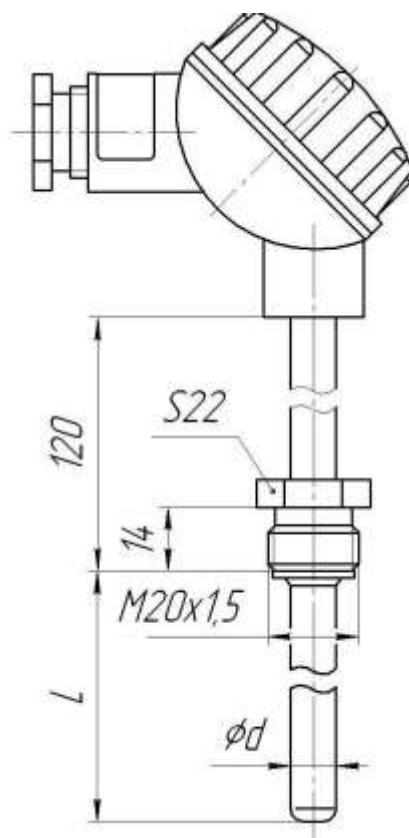


Рисунок 18 – Термопара ТНН-0193-08К

#### 2.4.4 Выбор автомата контроля герметичности.

Автомат контроля герметичности осуществляет проверку функции безопасности двух или более электромагнитных клапанов перед каждым запуском или после каждого выключения системы. Предназначен для определения недопустимых утечек на одном из электромагнитных клапанов и предотвращения в этом случае запуска горелки. Автоматы контроля герметичности используются



в составе промышленного газового оборудования для термических процессов, на котлах и газовых горелках.

Лидером рынка по производству автоматов контроля герметичности является фирма Kromschroder. Фирма Kromschroder производит большое количество разнообразных автоматов контроля герметичности, было принято решение использовать автомат серии ТС 3. ТС 3 универсальный прибор для быстро и медленно открывающихся газовых электромагнитных клапанов любых номинальных размеров, а также для моторных клапанов. Серия ТС 3 имеет много вариантов исполнения, мы будем использовать ТС 318R05T. Подробные характеристики данного исполнения ТС 318R05T изображены на рисунке 19. Внешний вид ТС 318R05T изображен на рисунке 20.

	1	0	6	8	T	-1*	-10	R	N	V**	W	05	K	N	T
ТС 1	●			●	○	●				●	●		●	●	●
ТС 2	●			●	○	●			●	●			●	●	●
<b>ТС 3***</b>	●			●	○	●		●	●	●		●	●	●	●
ТС 4	●	●			○		●						●	●	●
Тип = ТС															
Тест перед запуском или после отключения горелки = 1															
Внутренний датчик давления = 0															
Присоединение 6 мм (0,24") = 6															
Присоединение 8 мм, 1/4" (0,31") = 8															
T-продукт = T															
Время тестирования от 10 до 60 с = -1*															
Время тестирования от 100 до 600 с = -10															
Rp внутренняя резьба = R															
NPT внутренняя резьба = N															
Смонтировано на valVario с использованием пластины адаптера = V**															
Смонтировано на комбинированном блоке CG = W															
p <sub>в</sub> max. 500 мбар = 05															
Напряжение питания 24 В = K															
110/120 В~, 50/60 Гц = N															
220/240 В~, 50/60 Гц = T															

Рисунок 19 – Характеристики ТС 318R05T



Рисунок 20 – Внешний вид ТС 318R05T

## 2.4.5 Выбор реле максимального и минимального давления.

Реле давления предназначено для контроля и давления газа или воздуха в системах газоснабжения и вентиляции. Они обеспечивают контроль величины давления и при достижении заранее установленных значений посылают соответствующий сигнал системе автоматики и управления. Реле давления, как правило, устанавливаются в системах контроля газогорелочных устройств, бытовых и промышленных отопительных установок, а также в технологических трубопроводных системах.

В нашей системе будет использовано три реле давления. Два реле контроля минимального давления в системе и одно реле контроля максимального давления в системе. Одно реле минимального давления будет установлено на трубопроводе подачи воздуха. Одно реле минимального и одно реле максимального давления будет установлено на трубопровод подачи газа.

Было принято решение использовать датчики-реле давления фирмы Kromschroder. Выбор пал на серию DG.

Датчики-реле давления для газа DG Kromschroder имеют следующие преимущества:

- контроль давления газа и воздуха;
- обеспечение безопасности при снижении давления газа и воздуха;
- возможность установки пределов срабатывания;
- испытаны и сертифицированы по EG-Baumuster;
- разрешены к применению в РФ, РФ, Украине;
- международный допуск;
- предназначены для работы с биогазом;
- кнопка ручной деблокировки;
- особая конструкция датчиков;
- испытаны и сертифицированы в соответствии с требованиями к газопотребляющим приборам (90/396/EWG) и EN 1854;

Для контроля избыточного давления в системе был выбран Kromschroder DG500b-3. Для контроля минимального давления в системе был выбран датчик Kromschroder DG50b-3. Их характеристики указаны в таблице 9.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 – Характеристики Kromschroder DG50b-3 и Kromschroder DG500b-3

Характеристика	Kromschroder DG500b-3	Kromschroder DG50b-3
Диапазон работы mbar	100 - 500	2,5 - 50
Разница давления mbar	8 - 24	0,6 - 1,5
Максимальное противоатмосферное давление mbar	600	600
Вес kg	0,33	0,33
Рабочая температура	от -15° С до +80° С	от -15° С до +80° С
Питание В	24	24
Тип газа	газ, воздух, дымовые газы	газ, воздух, дымовые газы

Внутренне устройство датчиков Kromschroder DG50b-3 и Kromschroder DG500b-3 показано на рисунке 21.

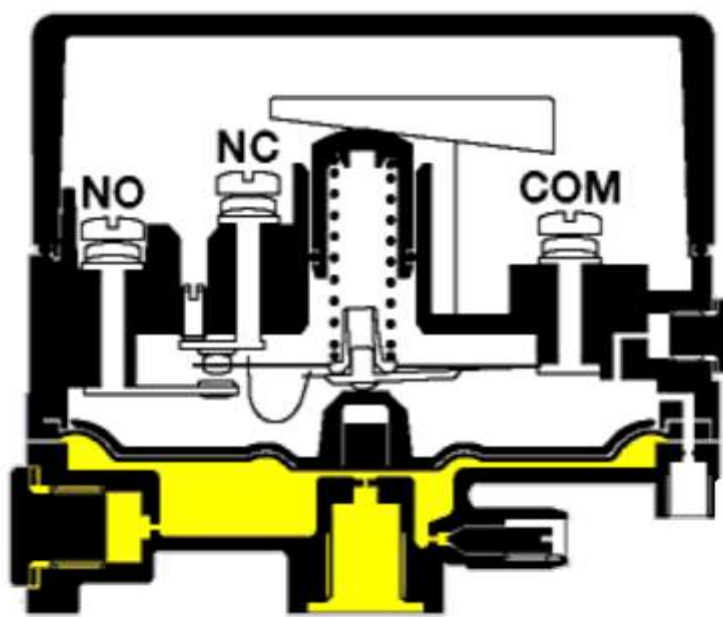


Рисунок 21 – Внутренне устройство датчиков Kromschroder DG50b-3 и Kromschroder DG500b-3

Внешний вид датчиков Kromschroder DG50b-3 и Kromschroder DG500b-3 показан на рисунке 22.



Рисунок 22 – Внешний вид датчиков Kromschroder DG50b-3 и Kromschroder DG500b-3

#### 2.4.6 Выбор автоматов управления горелками

В нашей системе будет использовано шесть автоматов управления горелками. Было принято решение использовать автоматы управления горелками фирмы Kromschroder. Был выбран автомат управления горелками Kromschroder IFD 258.

Автомат управления горелкой IFD 258 предназначен для управления, розжига и контроля работы газовых горелок. Современный электронный дизайн позволяет быстро реагировать на различные изменения в процессе работы, а также дает возможность для работы в импульсном режиме. Автоматы могут использоваться для атмосферных горелок и горелок с принудительной подачей воздуха в многопламенных системах, где для предпускового вентилирования и контроля пламени служит центральная система управления. Управление работой горелок может быть плавным или ступенчатым. Автомат управления горелкой подходит для работы в заземленных и незаземленных сетях. Состояние программы, параметры установки и сила тока датчика контроля пламени могут непосредственно считываться с дисплея. Порог чувствительности пламени горелки может быть установлен с помощью потенциометра. Характер действий в случае пропадания пламени во время работы может быть выбран с помощью переключателя. Это либо автоматический повторный пуск горелки, либо аварийное отключение.

Автомат управления горелками Kromschroder IFD 258 испытан и сертифицирован в ЕС в соответствии с:

- директива по газовому оборудованию(2009/142/ЕС) в сочетании с EN 298;
- директива по приборам низкого напряжения (2006/95/ЕС);
- директива по электромагнитной совместимости (2004/108/ЕС);

Автомат управления горелками Kromschroder IFD 258 имеет функции само диагностики. Состояние программы и причина неисправности показывается в кодированной форме на дисплее. Коды ошибок и их значения показаны на рисунке 23.

Состояние программы	ДИСПЛЕЙ	Аварийные сообщения (мигая)
Прибор выключен	--	
Позиция ПУСК/Готовность к работе	00	
Время ожидания/время паузы	01	Источник постороннего излучения
Время безопасности при пуске $t_{SA}$	02	Пуск без сигнала пламени
Работа горелки	04	Пропадание пламени во время работы горелки
	09	Частые выключения горелки во время успешного пуска горелки
	10	Слишком частые дистанционные деблокировки
	52	Постоянные дистанционные деблокировки
	53	Время между двумя пусками слишком короткое

Рисунок 23 – Коды ошибок

Технические данные автомата управления горелками Kromschroder IFD 258 указаны в таблице 10.

Таблица 10 – Технические данные автомата управления горелками Kromschroder IFD 258

Характеристика	Значение
Напряжение питания	230 В ~, 50/60 Гц.
Время безопасности при запуске $t_{SA}$ :	3, 5 или 10 с
Время безопасности работы горелки $t_{SB}$	<1 с, <2 с
Вес kg	0,33
Рабочая температура	от -15° С до +80° С
Время розжига $t_Z$	2, 3 или 6 с
Максимальное число срабатываний	250 000

Окончание таблицы 10

Характеристика	Значение
Максимальное число срабатываний: кнопка деблокировки	1000
Максимальное число срабатываний кнопка сетевого напряжения:	1000
Длина кабеля датчика для ионизационного кабеля	75 м
Длина кабеля датчика для УФ-датчика	100 м
Порог чувствительности пламени	2 - 20 мА
Степень защиты	IP 54
Вес	610 г

Автомат управления горелками Kromschroder IFD 258 показан на рисунке 24.



Рисунок 24 – Автомат управления горелками Kromschroder IFD 258

### 2.4.5 Выбор Сервопривода.

Сервопривод - это привод с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения в соответствии с параметрами, заданными извне. В нашей системе сервопривод будет контролировать положение заслонки подачи воздуха на воздушном трубопроводе.

В качестве сервопривода будет использоваться сервопривод Honeywell M6284F1078-F. Модели M62xx являются сервоприводами астатического регулирования с трехпроводным присоединением. Они используются с контроллерами, оснащенными однополюсным двухпозиционным реле или

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

плавающим выходом и внутренним электрически изолированным потенциометром обратной связи для определения положения моторного вала. Сервопривод Honeywell M6284F1078-F используются для управления задвижками и клапанами промышленных горелок и установок для кондиционирования воздуха. Основные характеристики Honeywell M6284F1078-F представлены в таблице 11

Таблица 11 – Основные характеристики Honeywell M6284F1078-F

Характеристика	Honeywell M6284F1078-F
Угол поворота	90 до 160°
Вращающий момент	17Нм
Потребляемая мощность	13Вт
Напряжение питания	24 В~
Максимальная влажность	85%
Рабочая температура	От -40 до 66 °С
Класс защиты:	IP54
Концевые выключатели	2
Обратная связь	Линейная
Срабатывание	Нормально закрытый
Материал корпуса	Алюминий

Сервопривод Honeywell M6284F1078-F изображен на рисунке 25.



Рисунок 25 – Сервопривод Honeywell M6284F1078-F

## 2.4.6 Выбор запального электрода и электрода контроля пламени.

Контрольный электрод предназначен для работы в качестве чувствительных элементов сигнализаторов и устройств контроля пламени, в схемах защиты при погасании факела газовых горелок технологических установок, печей, котлов. Запальные электроды предназначены для розжига горелок.

Для установки на данный агрегат был выбран запальный и контрольный электрод FZE от фирмы Kromschroder. Его характеристики представлены в таблице 12. Внешний вид датчика показан на рисунке 26.

Таблица 12 – Основные характеристики электрода FZE Kromschroder

Характеристика	Значение
Материал	Kanthal A1
Длина	500 мм
Диаметр электрода	3.5 мм
Диаметр изолятора	11 мм
Напряжение питания:	220В, 50 Гц



Рисунок 26 – Электрод FZE Kromschroder



## 2.5 Описание процесса внедрения новых технических средств.

### План процесса внедрения технических средств

Процесс внедрения новых технических средств состоит из следующих этапов:

- разработка структурной схемы расположения оборудования на агрегате;
- разработка структурной схемы расположения оборудования в шкафу автоматики;
- разработка принципиальных электрических схем подключения и взаимосвязи оборудования между собой;
- непосредственная установка оборудования, на агрегат исходя из составленных ранее схем;

### Разработка структурной схемы расположения оборудования на агрегате

Функциональная схема автоматизации и расположения оборудования на агрегате приведена в ПРИЛОЖЕНИИ А на рисунках А.1. Описание элементов функциональной схемы изложено в таблице 13.

Таблица 13 – Описание элементов функциональной схемы

Описание элемента	Опознавательный код
Вентилятор подачи воздуха	101
Реле минимального давления воздуха	102
Механический манометр	103
Воздушная заслонка	104
Сервопривод	105
Шланг	106
Механический клапан	120
Газовый фильтр	121
Механический манометр	122
Редуктор давления	123
Предохранительный клапан	124
Реле минимального давления газа	125
Механический манометр	126
Реле максимального давления газа	127
Электромагнитный клапан	128

Окончание таблицы 13

Описание элемента	Опознавательный код
Электромагнитный клапан	129
Регулятор соотношения газ-воздух	130
Контрольная линия	131
Автомат контроля герметичности	132
Шланг	133
Шаровой кран	134
Электромагнитный клапан	135
Ручная газовая заслонка	136
Корпус горелки	137
Камера воспламеняя	138
Шланг	139
Трансформатор розжига	200
Запальный электрод	201
Датчик наличия пламени	202
Автомат управления горелкой (находится в шкафу автоматики)	203
Шкаф автоматики	204
Термопара	205

Разработка структурной схемы расположения оборудования в шкафу  
автоматики

Структурная схема наружной части шкафа автоматики приведена в ПРИЛОЖЕНИИ А на рисунках А.2, так же описание элементов схемы изложено в Таблице 14.

Таблица 14 – Описание элементов структурной схемы наружной части шкафа автоматики

Описание элемента	Опознавательный код
Главный выключатель линии	1
Замок	2
Наклейка безопасности	3
Сенсорный дисплей	4
Переключатели, кнопки, лампы	5
Аварийная кнопка стоп	6

Структурная схема внутренней части шкафа автоматики приведена в ПРИЛОЖЕНИИ А на рисунках А.3

Структурная схема передней панели управления изображена в ПРИЛОЖЕНИИ А на рисунках А.4

### **Разработка принципиальных электрических схем подключения внедряемого оборудования**

Принципиальная схема подключений к автомату управления горелками №1 изображена в ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунках Б.1. Так же на данной схеме изображено подключение запального электрода и электрода наличия пламени. Горелки под номерами 2, 3, 4, 5, 6 подключаются по аналогии.

Принципиальная схема подключений к сервоприводу управления воздушной заслонкой изображена в ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунках Б.2.

Принципиальная схема подключений к автомату контроля герметичности изображена ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунках Б.3.

Принципиальная схема подключения термопары к преобразователю сигнала, а так же подключения преобразователя к контроллеру изображена в ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунках Б.4

Принципиальная схема подключения к входам контроллера изображена в ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунке Б.5-Б.10, В таблице 15 приведено описание каждого входа.

Принципиальная схема подключения к выходам контроллера изображена в ПРИЛОЖЕНИИ Б на рисунке Б.11-Б.14, В таблице 16 приведено описание каждого выхода.

Таблица 15 – описание входных сигналов на котроллер

Имя входа	Описание входного сигнала
REW100	Аналоговый сигнал с датчика температуры
E0.0	Дискретный сигнал разрешения с главной аварийной кнопки
E0.1	Дискретный сигнал с кнопки сброса аварий
E0.2	Свободный дискретный вход
E0.3	Дискретный сигнал с переключателя ручной-автоматический режим
E0.4	Дискретный сигнал с кнопки запуск станции

Продолжение таблицы 15

Имя входа	Описание входного сигнала
E0.5	Дискретный сигнал с кнопки стоп станции
E0.6	Дискретный сигнал с переключателя на поднятие стрелы
E0.7	Дискретный сигнал с переключателя на опускание стрелы
E1.0	Дискретный сигнал с кнопки проверки ламп
E1.1	Дискретный сигнал ошибки с автомата защиты двигателя вентилятора
E1.2	Дискретный сигнал ошибки с автомата защиты двигателя гидравлики
E1.3	Свободный дискретный вход
E1.4	Дискретный сигнал с автоматических выключателей питания
E1.5	Дискретный сигнал с автоматических выключателей питания
E1.6	Дискретный сигнал с реле сигнализирующий о запуске мотора гидравлики
E1.7	Дискретный сигнал с реле сигнализирующий о запуске мотора гидравлики
E2.0	Свободный дискретный вход
E2.1	Дискретный сигнал с автомата контроля герметичности, герметичность в норме
E2.2	Дискретный сигнал с автомата контроля герметичности, герметичность нарушена
E2.3	Дискретный сигнал реле минимального давления воздуха, давление ниже нормы
E2.4	Дискретный сигнал реле минимального давления газа, давление ниже нормы
E2.5	Дискретный сигнал реле максимального давления газа, давление выше нормы
E2.6	Дискретный сигнал разрешение с удаленного пульта
E2.7	Дискретный сигнал с датчика уровня масла в гидростанции
E3.0	Дискретный сигнал с конечного выключателя стрелы, верхняя позиция
E3.1	Дискретный сигнал с конечного выключателя, средняя позиция
E3.2	Дискретный сигнал с конечного выключателя, нижняя позиция
E3.3	Дискретный сигнал с микрика сервопривода, максимально открыт
E3.4	Дискретный сигнал с микрика сервопривода, максимально закрыт



Таблица 16 – описание выходных сигналов с котроллера.

Имя входа	Описание выходного сигнала
A0.0	Дискретный сигнал на запуск станции
A0.1	Дискретный сигнал на включение ламп
A0.2	Дискретный сигнал на включение сирены
A0.3	Дискретный сигнал на включение двигателя вентилятора воздуха
A0.4	Дискретный сигнал на включение двигателя гидростанции
A0.5	Свободный выход
A0.6	Дискретный сигнал на электромагнитный клапан поднятие стрелы
A0.7	Дискретный сигнал на электромагнитный клапан опускание стрелы
A1.0	Дискретный сигнал на электромагнитный клапан газа
A1.1	Дискретный сигнал на запуск горелки №1
A1.2	Дискретный сигнал на запуск горелки №2
A1.3	Дискретный сигнал на запуск горелки №3
A1.4	Дискретный сигнал на запуск горелки №4
A1.5	Дискретный сигнал на запуск горелки №5
A1.6	Дискретный сигнал на запуск горелки №6
A1.7	Свободный выход
A2.0	Дискретный сигнал на автомат контроля герметичности
A2.1	Дискретный сигнал на сервопривод, открытие
A2.2	Дискретный сигнал на сервопривод, закрытие
A2.3	Свободный выход
A2.4	Дискретный сигнал на включение двигателя вытяжки венутри
A2.5	Свободный выход
A2.6	Дискретный сигнал на отключение горелок
A2.7	Дискретный сигнал на перезапуск горелок
A3.0	Дискретный сигнал на аварийное отключение
A3.1	Дискретный сигнал высокая температура
A3.2	Дискретный сигнал все горелки включены
A3.3	Дискретный сигнал стрела в верхней позиции
A3.4	Дискретный сигнал стрела в нижний позиции
A3.5	Дискретный сигнал разрешение на розжиг
A3.6	Дискретный сигнал вентури в рабочей позиции
A3.7	Дискретный сигнал вентури в домашней позиции

## ЧАСТЬ 3 РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

### 3.1 Выбор среды разработки

#### 3.1.1 Выбор среды разработки для SIEMENS Simatic S7-300

Мы используем, программируемый логический контроллер Siemens Simatic S7-300, для которого компанией Siemens было разработано собственное программное обеспечение Simatic Step 7.

Главной утилитой Simatic Step 7 является Simatic Manager обеспечивающий написание программ в трех редакторах:

- LAD (Ladder Diagram) — релейные диаграммы. Редактор отображает программу в графическом представлении, похожем на электрическую монтажную схему. Логические схемы позволяют программе имитировать протекание электрического тока от источника напряжения через ряд логических условий на входах, которые активизируют условия на выходах. Источником напряжения выступает шина, находящаяся слева. Основными элементами являются нормально замкнутые и нормально разомкнутые контакты. Соответственно, замкнутые контакты позволяют потоку сигнала протекать через них к следующему элементу, разомкнутые контакты препятствуют протеканию потока сигнала. Логика делится на сегменты, а именно на Network, программа выполняется слева направо и сверху вниз. Особенностями редактора LAD является простота в использовании и понимании для начинающих программистов.

- FBD (Function Block Diagram) — функциональные блочные диаграммы. Этот редактор отображает программу в виде обычных логических схем. Контактных нет, но есть эквивалентные функциональные блоки. Логика программы вытекает из связей между функциональными блоками, обозначающими команды. Графическое представление функционального плана хорошо отражает процесс выполнения программы.

- STL (Statement List) — список инструкций. Данный редактор дает возможность создавать программы, вводя мнемонические обозначения команд. В этом редакторе можно создавать программы,

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

которые невозможно создать в редакторах LAD и FBD. Программирование в STL очень похоже на программирование на Ассемблере.

Для решения задачи автоматизации будет использоваться программное обеспечение STEP 7. Большая часть управляющей программы будет написана на языке LAD. Не которая часть управляющей программы будет написана на языке STL так как эти части программы тяжело реализовать на LAD языке.

### **3.1.2 Выбор среды разработки HMI под панель оператора SIMATIC TP 177A - 6AV6 642-0AA11-0AX1**

Для оператора, работающего в условиях усложнения технологических процессов и увеличения требований к функциональным возможностям оборудования и техники автоматизации, особую важность приобретает максимальная прозрачность и наглядность процесса. Человеко-машинный интерфейс (HMI) обеспечивает такую прозрачность.

Предполагается, что система HMI решает следующие задачи:

- визуализация процесса;
- управление процессом со стороны оператора;
- отображение сообщений;
- архивирование значений процесса или сообщений;
- регистрация значений процесса и сообщений в виде отчетов;
- управление параметрами оборудования и процесса;

Для сенсорная панели оператора SIMATIC TP компанией Siemens было разработано собственное программное обеспечение SIMATIC WinCC flexible.

Система или среда исполнения WinCC flexible представляет собой программное обеспечение визуализации процесса. В среде исполнения проект выполняется в реальном времени технологического процесса. WinCC flexible имеет модульную структуру В WinCC flexible объединены следующие преимущества:

- прямая и непосредственная работа с проектами;
- прозрачность и наглядность;
- гибкость;

Для решения задачи автоматизации будет использоваться программное обеспечение SIMATIC WinCC flexible.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74



### 3.2 Выбор системы автоматического регулирования температуры

Общий принцип действия системы автоматического регулирования температуры состоит в том, чтобы поддерживать на требуемом уровне температуру промежуточного ковша. Происходит это следующим образом – с датчика температуры, который закреплен на стреле станда разогрева, и опущен чувствительным элементом в промежуточный ковш. Текущее значение температуры поступает на регулирующее устройство, которое на основании полученной информации вырабатывает управляющее воздействие. Это воздействие формируется по алгоритму управления, заложенному в регулятор.

Далее сигнал с регулирующего устройства поступает на исполнительное устройство, а именно – на сервопривод, установленный на заслонке воздуха. Задача сервопривода – в соответствии с сигналом регулятора формировать такие углы положения заслонки, чтобы соотношение объема воздушно газовой смеси, подаваемое на горелки, поддерживало температуру на нужном уровне.

Большинство автоматизированных металлургических в САУ с регулятором непрерывного действия протекает успешно, если в системе имеет место один из трех типовых процессов регулирования:

- Апериодический
- С 20% перерегулированием
- С  $\min$  интегральной квадратичной ошибкой

В нашей случае регулирующее устройство это ПЛК SIEMENS , В нем присутствует большее количество встроенных технологических функции, одна из них это стандартная библиотека ПИД управления содержащая два регулятора температуры:

1. Функциональный блок FB 58 "TCONT\_CP" используется для управления термическими процессами с помощью аналоговых или импульсных управляющих сигналов, именно предназначен для приводов с аналоговыми или импульсными входными сигналами. Функциональные возможности регулятора основаны на алгоритмах ПИД-управления с использованием дополнительных функций, предназначенных для температурных процессов. Регулятор обеспечивает выходные аналоговые управляющие сигналы и ШИМ-модулированные импульсные управляющие сигналы.

2. Функциональный блок FB 59 "TCONT\_S" используется для пошагового управления термическими процессами с помощью двоичных управляющих сигналов, применяется для приводов с интегральным

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

компонентом, например, с позиционированием с помощью электродвигателя.

В нашей системе исполняющим устройством является сервопривод, который управляется с помощью напряжения 230 V переменного тока, а не аналогового сигнала. Для такого исполняющего устройства функциональный блок FB 58 "TCONT\_CP" не подойдет, так как он применяется для устройств с аналоговым управлением, идеальным выбором будет функциональный блок FB 59 "TCONT\_S".

Функциональные возможности регулятора основаны на алгоритмах ПИ-управления для регуляторов дискретного типа. Кроме функций обработки сигнала в цепях переменной процесса FB 59 "TCONT\_S" обеспечивает двоичный выходной сигнал управления в соответствии с ПИ-алгоритмами и с возможностью регулировать этот сигнал вручную. Регулятор пошагового управления работает без сигнала позиционной обратной связи.

Регулятор можно построить и без использования обратной связи. Если известны действующие на систему возмущения и желаемая реакция на изменение управляющего воздействия, то в некоторых случаях можно найти такую передаточную функцию регулятора, при которой получается желаемая реакция системы. Достоинством такого подхода является высокая скорость реагирования системы на внешние возмущения, поскольку для выработки управляющего воздействия не нужно ждать, пока управляющий сигнал пройдет через объект и возвратится в регулятор по цепи обратной связи. Кроме того, система с разомкнутым управлением в принципе не может быть неустойчивой, поскольку в ней отсутствует обратная связь. Недостатком является принципиальная невозможность получить высокую точность при неизвестных возмущениях и низкой точности модели объекта, а также принципиальная невозможность полной компенсации возмущений для объектов с транспортной задержкой и проблема физической реализуемости обратных операторов.

Вызов блока FB 59 "TCONT\_S" показан на рисунке 25

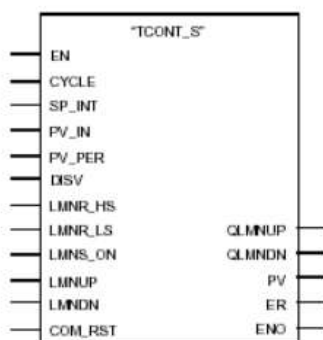


Рисунок 25 – Вызов блока FB 59 "TCONT\_S"

Из рисунка 25 видно что данный блок имеет входные и выходные параметры. Описание этих параметров представлено в таблице №

Имя параметра	Описание
CYCLE	Время дискретизации регулятора пошагового управления
SP_INT	Внутреннее значение сигнала установки. Вход используется для задания уровня сигнала установки.
PV_IN	Вход переменной процесса
PV_PER	Вход переменной процесса от периферии
DISV	Вход переменной помехи
LMNR_HS	Сигнал "Верхняя крайняя позиция привода достигнута" (Сигнал верхнего ограничителя позиционной обратной связи)
LMNR_LS	Сигнал "Нижняя крайняя позиция привода достигнута" (Сигнал нижнего ограничителя позиционной обратной связи)
LMNS_ON	Переключатель обработки выходного сигнала регулятора на ручной режим
LMNUP	Управляющий сигнал, включающий генерацию. При обработке выходного сигнала регулятора в ручном режиме выходной сигнал подается на вход QLMNUP
LMNDN	Управляющий сигнал, включающий генерацию. При обработке выходного сигнала регулятора в ручном режиме выходной сигнал подается на вход QLMNDN
COM_RST	Полный перезапуск регулятора.
QLMNUP	Управляющий двоичный сигнал "Открыть"
QLMNDN	Управляющий двоичный сигнал "Закреть"
PV	Переменная процесса
ER	Сигнал ошибки (рассогласования)

На рисунке 26 изображена функциональная схема на которой показан алгоритм вычисления управляющей переменной.



### 3.3 Разработка управляющих программ

#### 3.3.1 Разработка управляющей программы для SIEMENS SIMATIC S7-

300

Разработка управляющей программы начинается с создание проекта. При создании проекта, необходимо указать модель процессора, а так же выбрать другое оборудование, произвести настройку связей. Настроенное оборудование проекта смотри в ПРИЛОЖЕНИИ В на рисунке В.1.

Для написания программы будут использованы следующие типы блоков:

- организационные блоки (OB), которые осуществляют управление ходом выполнения программы. В зависимости от способа запуска (циклическое выполнение, запуск по временному прерыванию, запуск по событию и т.д.) организационные блоки разделяются на классы, которые имеют разные уровни приоритета. Организационные блоки с высшими уровнями приоритета способны прерывать выполнение блоков с низшими приоритетными уровнями. Предусмотрена возможность детального описания события, которое вызывает запуск организационного блока. Эта информация может быть использована в программе пользователя;
- функциональные блоки (FB) содержат программу пользователя. Выполнение функциональных блоков сопровождается обработкой данных разных типов. Эти данные, внутренние переменные и результаты обработки загружаются в выделенный для этой цели блок данных. Управление данными, которые сохраняются в блоке, выполняется автоматически;
- блоки данных (DB) предназначены для размещения глобальных данных. Эти данные могут использоваться любым из программных модулей. В DB могут сохраняться данные, которые имеют элементарный или структурный тип. Примерами данных элементарного типа могут служить данные логического, целого, действительного или других типов. Данные структурного типа формируются из данных элементарного типа. Для обращения к данным, записанным в DB, может использоваться символьная адресация;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

Перед началом написания программы согласно ранее составленной таблице 15 и таблице 16 в которых представлено описание подключенных устройств к контроллеру, составим список переменных, назначим каждой переменной адрес и тип данных. Смотри список переменных в ПРИЛОЖЕНИИ В таблице В.1.

Далее была разработана структурная схема выполнения программы, она представлена в ПРИЛОЖЕНИИ В на рисунке В.2.

Далее приступим к созданию тела программы, а именно к созданию блоков. Список всех блоков представлен в ПРИЛОЖЕНИИ В на рисунке В.3.

Блок ОВ1 – это главный организационный циклический блок программы, в этом блоке вызываются все написанные функции. Программный код блока ОВ1 смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Г на рисунке Г.1 – Г.2

Блок ОВ35 – это организационный блок циклических прерываний. Программный код блока ОВ35 смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Г на рисунках Г.3 – Г.4.

Блок ОВ35 –это организационный блок циклических прерываний. Программный код блока ОВ35 смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Г на рисунках Г.3 – Г.4.

Блоки ОВ80, ОВ87, ОВ85, ОВ121, ОВ122 – это организационные блоки обработки ошибок, созданные для того что бы CPU не переключался в режим STOP при возникновении ошибок.

Блок FC1 – это функция, которая обрабатывает аналоговый сигнал с датчика температуры. Программный код блока FC1 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.1.

Блок FC3 – это функция, которая регулирует открытие закрытие газа. Программный код блока FC3 смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.2.

Блок FC4 – это функция, которая обрабатывает текущую дату с установленной программой сушки. Программный код блока FC4 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунках Д.3– Д.4.

Блок FC6 – это функция, которая обрабатывает поднятие опускание стрелы с горелками и перемещение вентури в рабочую и домашнюю позицию. Программный код блока FC6 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунках Д.5.

Блок FC20 – это функция, которая устанавливает текущую дату и время в CPU. Программный код блока FC20 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.6.

Блок FC30 – это функция, которая обрабатывает входные сигналы с оборудования. Программный код блока FC30 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.8.

Блок FC31 – это функция, которая формирует выходные сигналы и разрешения. Программный код блока FC31 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.7

Блок FC40, FC41, FC42, FC43 – это функции, организуют работу газовых горелок. Программный код блоков FC40, FC41, FC42, FC43 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.9 – Д.15.

Блок FC100 – это функция, которая обрабатывает сигналы аварий. Программный код блока FC30 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.16 – Д.19.

Блок FC200 – это функция, которая отвечает за задержки. Программный код блока FC30 смотрите в ПРИЛОЖЕНИИ Д на рисунке Д.20 – Д.21.

### **3.3.2 Разработка человеко-машинного интерфейса для сенсорной панели оператора SIMATIC TP 177A**

Разработка человеко-машинного интерфейса начинается с создание проекта. При создании проекта, необходимо указать модель панели, а так же выбрать оборудование, произвести настройку связей, произвести интеграцию проекта в Simatic Manager. Окно с написанными связями смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Е на рисунке Е.1

Далее производим настройку тегов. Внешние теги используются для обмена данными между устройством НМІ и ПЛК. Внешний тег является образом определенной области (ячейки) памяти в ПЛК. К этой области памяти можно обращаться с целью чтения и записи данных как с устройства НМІ, так и с ПЛК. Поскольку внешние теги являются образом области памяти в ПЛК, возможные типы данных зависят от ПЛК, который подключен к устройству НМІ. Внешний тег может также обновляться независимо от его отображения на экране процесса, например, путем запуска соответствующих функций. Окно с написанными тегами смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Е на рисунке Е.2

После того как были созданы и настроены теги и сделана общая подготовка экрана, можно приступать к созданию объектов экрана. Для начала создадим пустые экраны процесса (формы), с помощью которых оператор может контролировать и управлять машинами и установками.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Далее приступаем к формированию созданных страниц, заполняем каждую страницу элементами управления агрегатом и отображения информации. Создаем кнопки, поля для ввода данных поля для отображения данных. После того как все страницы будут сформированы, приступаем к присвоению адресов определенным объектам. Интерфейс каждой страницы управления смотри в ПРИЛОЖЕНИИ Е на рисунках Е.3-Е.11

### 3.4 Разработка инструкции по эксплуатации

Розжиг горелок осуществляется автоматически и независимо для каждой горелки с помощью запального электрода и электромагнитного клапана, установленного на трубопроводе подачи газа. На каждой горелке предусмотрено устройство автоматической регулировки пламени. Розжиг горелки возможен только если воздушный клапан перекрыт (минимальная мощность), и стрела переведена в рабочее положение (переведена вниз и находится над промежуточным ковшом. Сначала необходимо включить вентилятор-воздуходувку нажав на сенсорной панели кнопку “вентилятор вкл”. Вместе с его включением автоматически начнется проверка давления воздуха и разрешений на продувку, если все в норме начнется цикл продувки; по завершению этого цикла можно приступить к розжигу горелок при условии соблюдения следующих условий:

- проведена проверка давления воздуха и газа;
- цикл продувки завершен;
- проведена проверка отсутствия утечек газа на главных электромагнитных клапанах;
- стрела переведена в нижнее положение;
- приводной клапан для плавной регулировки мощности переведен в положение минимального открывания;

Горелки включается при нажатии соответствующих кнопок на сенсорной панели

При работе станции обеспечивается автоматический контроль следующих основных параметров обеспечения безопасной эксплуатации оборудования:

- давление газа и воздуха

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82



- пламя каждой горелки
- стрела в нижнем положении

Несоблюдение одного из этих условий обеспечения безопасности во время эксплуатации установки приводит к автоматической остановке станции.

готовы к пуску, осуществляемому индивидуально для каждой горелки, одна за другой, с помощью соответствующих кнопок на сенсорной панели.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе проведена модернизация системы автоматического управления стенда сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей на участке ОНРС №2 ККЦ ПАО ЧМК за счет обновления технической базы стенда и разработки нового программного обеспечения, а именно:

- внедрения в систему нового программируемого логического контроллера SIEMENS SIMATIC S7-314C-2 DP;
- разработки управляющей программы программируемого логического контроллера;
- установки сенсорной панели оператора SIMATIC TP 177A;
- разработки человеко-машинного интерфейса;
- замены устаревшего оборудования КИПиА на современные технические решения;

В ходе выполнения проекта был проведен анализ:

- технологического процесса работы машины непрерывного литья заготовок №4;
- существующей системы управления стенда сушки и высокотемпературного разогрева промежуточных ковшей на участке ОНРС №2 ККЦ ПАО ЧМК;
- технологического процесса по изготовлению футеровки промежуточных ковшей;
- технологического процесса разогрева промежуточных ковшей и вводу их в эксплуатацию;
- рынка современного оборудования КИПиА, АСУТП. и на основании проведенного анализа был произведен подбор нового оборудования;

В ходе выполнения проекта была проведена разработка:

- структурной схемы системы автоматического управления;
- структурной схемы расположения оборудования на агрегате;
- структурной схеме расположения оборудования в шкафу автоматики;
- принципиальных электрических схем подключения внедряемого оборудования;
- управляющей программы для SIEMENS SIMATIC S7-314C-2 DP;
- человеко-машинного интерфейса для сенсорной панели оператора SIMATIC TP 177A;
- разработка технологической инструкции по эксплуатации модернизированного стенда;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

Система управления построена на базе программируемого логического контроллера позволяющего автоматизировать работу исполнительных устройств.

Для удобства управления и наглядности разработан человеко-машинного интерфейс на программе SIMATIC WinCC flexible.

Реализация проекта на предприятии ПАО “ЧМК” позволила:

- увеличить точность нагрева, надежность и быстродействие стенда сушки и высокотемпературной разогрева;
- увеличить объем выпускаемой продукции;
- сократить затраты, включаемые в себестоимость выпускаемой товарной продукции;
- увеличить серийности плавков МНЛЗ №4, за счет увеличения срока службы футеровки промежуточных ковшей;

В дальнейшем планируется:

- установить дополнительные модули расширения;
- подключить стенд к общей сети предприятия через протокол Ethernet;
- разработать человеко-машинный интерфейс для ПК службы АСУТП и ПК оператора МНЛЗ №4;
- ввести архивацию данных, позволяющую проводить анализ работы и производить запись результатов;

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисов, А.М. Автоматизация технологических процессов: учебное пособие. Часть 1/А.М. Борисов, Н.Е. Лях – Ч.: Изд. ЮУрГУ, 2001. – 403 с
2. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры/ В.М. Черкасский – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с
3. Усынин, Ю.С. Системы управления электроприводов: учебное пособие/ Ю.С. Усынин – Ч.: Изд. ЮУрГУ, 2001. – 358 с.
4. Денисенко В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием/ В.В Денисенко – М.: Горячая линия Телеком, 2009. 608 с.
5. Поволоцкий Д.Я. Основы технологии производства стали: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., перераб. и дополн./ Д.Я. Поволоцкий – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 191 с.
6. Кочетков В.П. Основы теории управления: Учебник для вузов./ В.П. Кочетков – М.: Феникс, 2011. – 430 с
7. Суханов Е.Л. Современные средства контроля и управления технологическими процессами. Методическое пособие / Е.Л. Суханов. – Екатеринбург: УГТУ УПИ, 2007. – 42 с.
8. Бесекерский В.А., Изранцев В.В. Системы автоматического управления с микроЭВМ/ В.А. Бесекерский, В.В. Изранцев - М.: Наука, 1987.
9. Соломенцев, С.Л. Расчёт горения газа / С. Л, Соломенцев – Липецк: 1981. – 38 с
10. Наумкин, В.А. Расчёт газово-воздушного и дымового воздухопроводов нагревательных печей / В.А. Наумкин – Воронеж: ВПИ, 1989. – 56 с.
11. Маслюков, О.А. Вычислительная техника и программирование / О.А. Маслюков. – М.: Высшая школа, 1985. – 176 с
12. Шенброт И. М. Проектирование вычислительных систем распределенных АСУ ТП./ И. М Шенброт, В. М Алиев - М.: Энергоатомиздат, 1989 – 88с
13. Митин А.С. Автоматизация процесса разлива стали на МНЛЗ/ А.С. Митин, В.А Кривцов. – М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2012 – 164с
14. Борисов, А.М. Программируемые устройства автоматизации: учебное пособие/ А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 186 с
15. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2011. – 28с
16. Ермаков, А.А. Основы надежности информационных систем : учебное пособие / А.А. Ермаков. - Иркутск :ИрГУПС, 2006. – 151с.

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

ПРИЛОЖЕНИЕ А

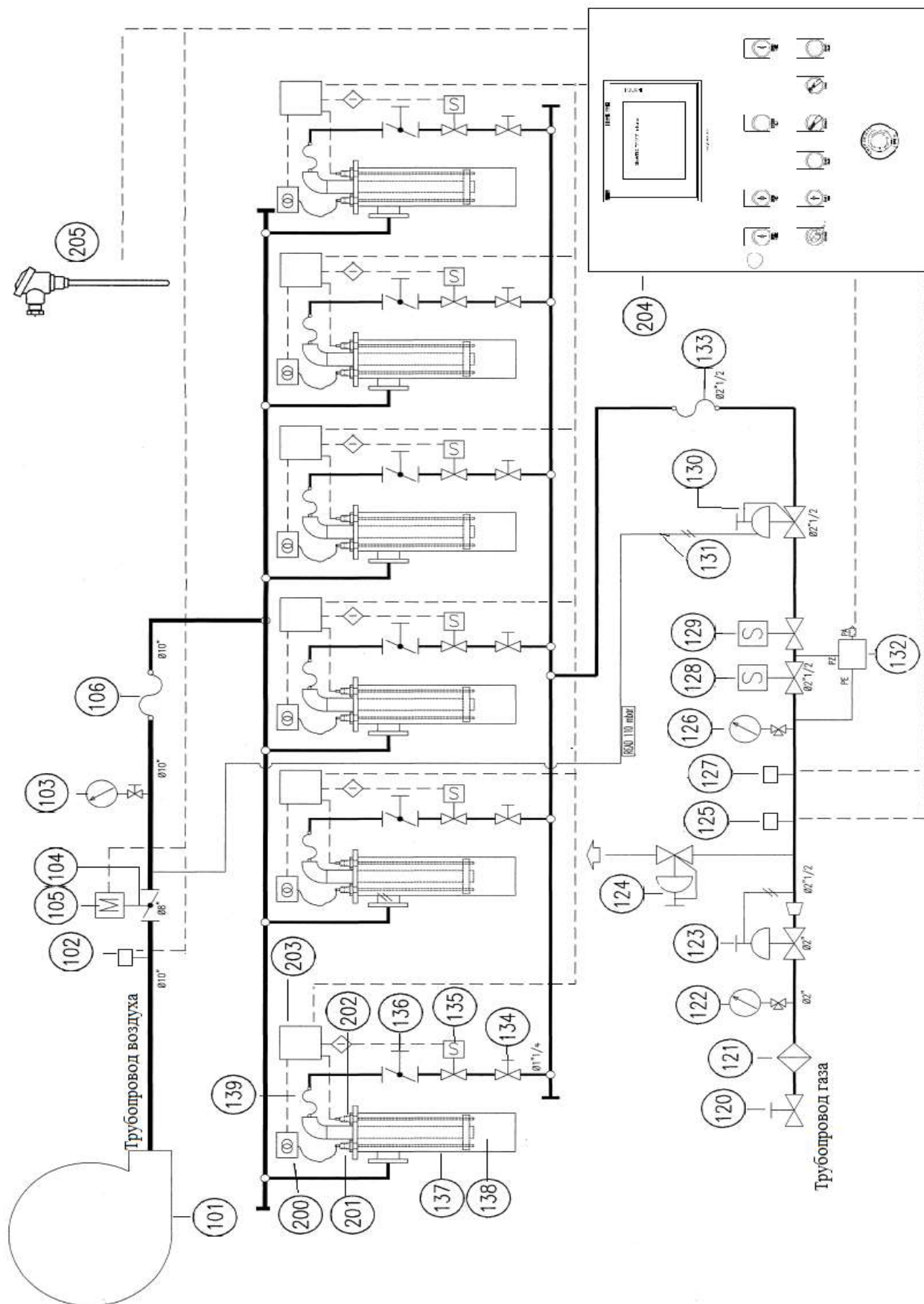


Рисунок А.1 – Функциональная схема расположения оборудования

Продолжение приложения А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

87

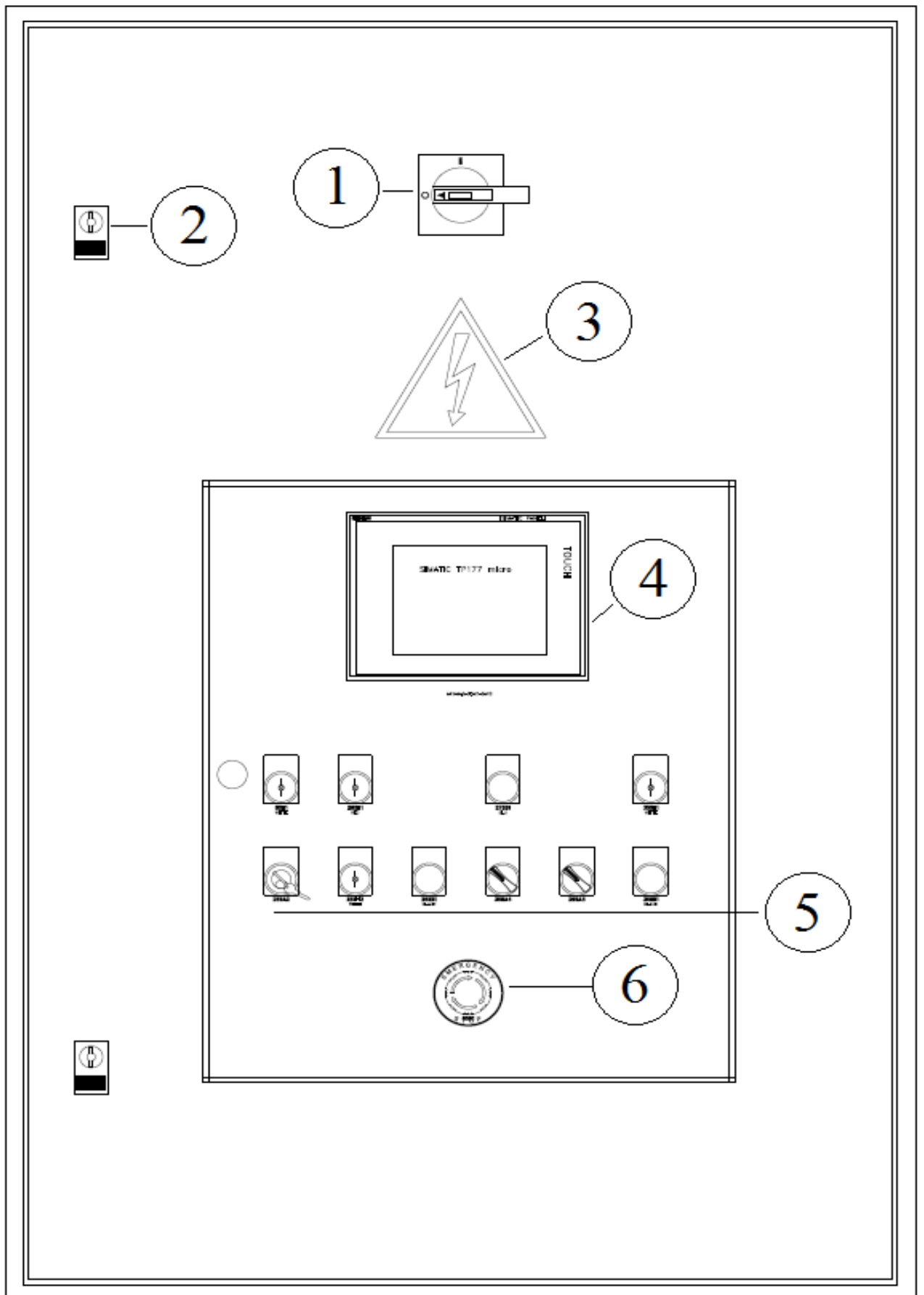


Рисунок А.2 – Структурная схема наружной части шкафа автоматики

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Продолжение приложения А

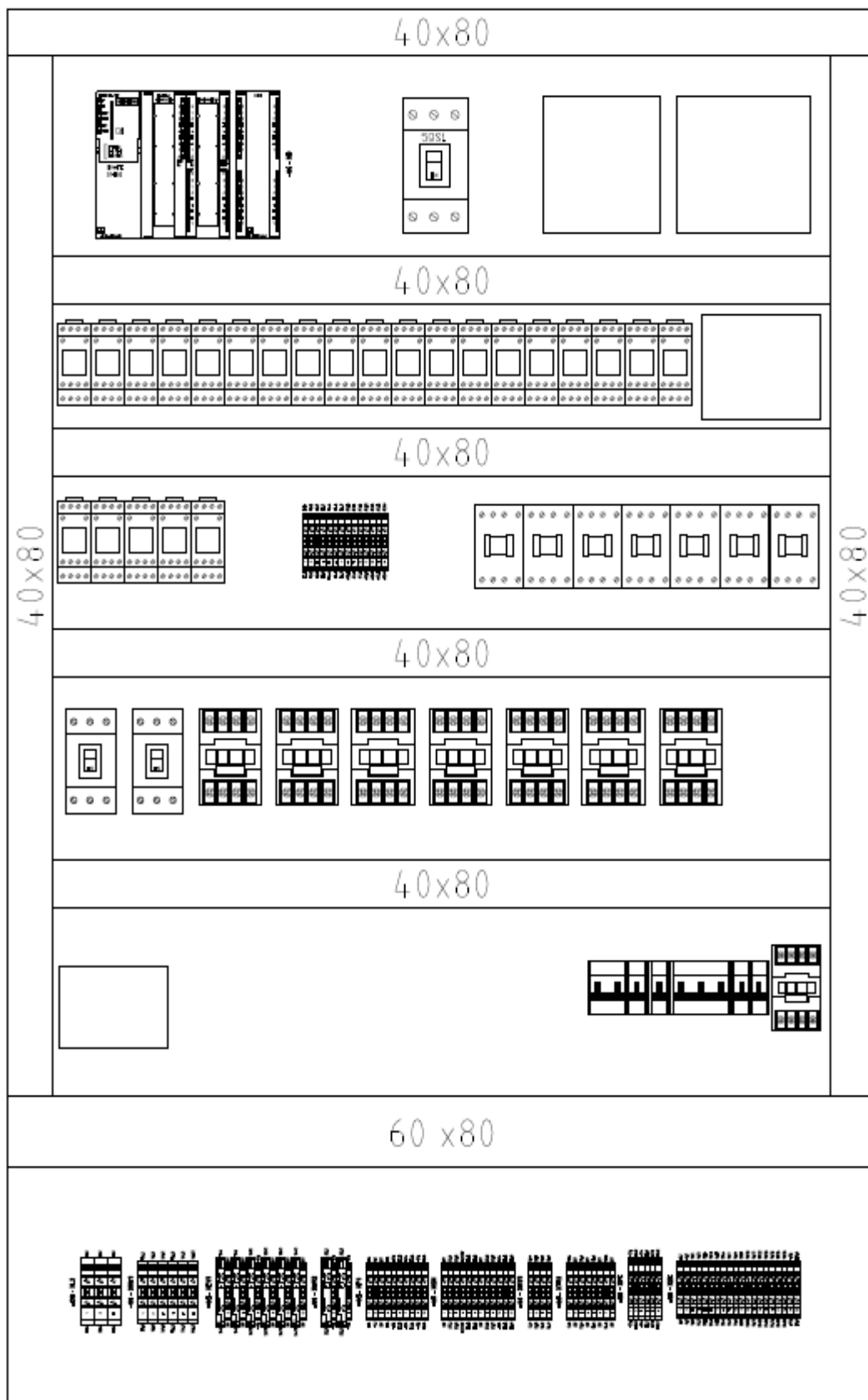


Рисунок А.3 – Структурная схема внутренней части шкафа автоматики

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

89

Продолжение приложения А

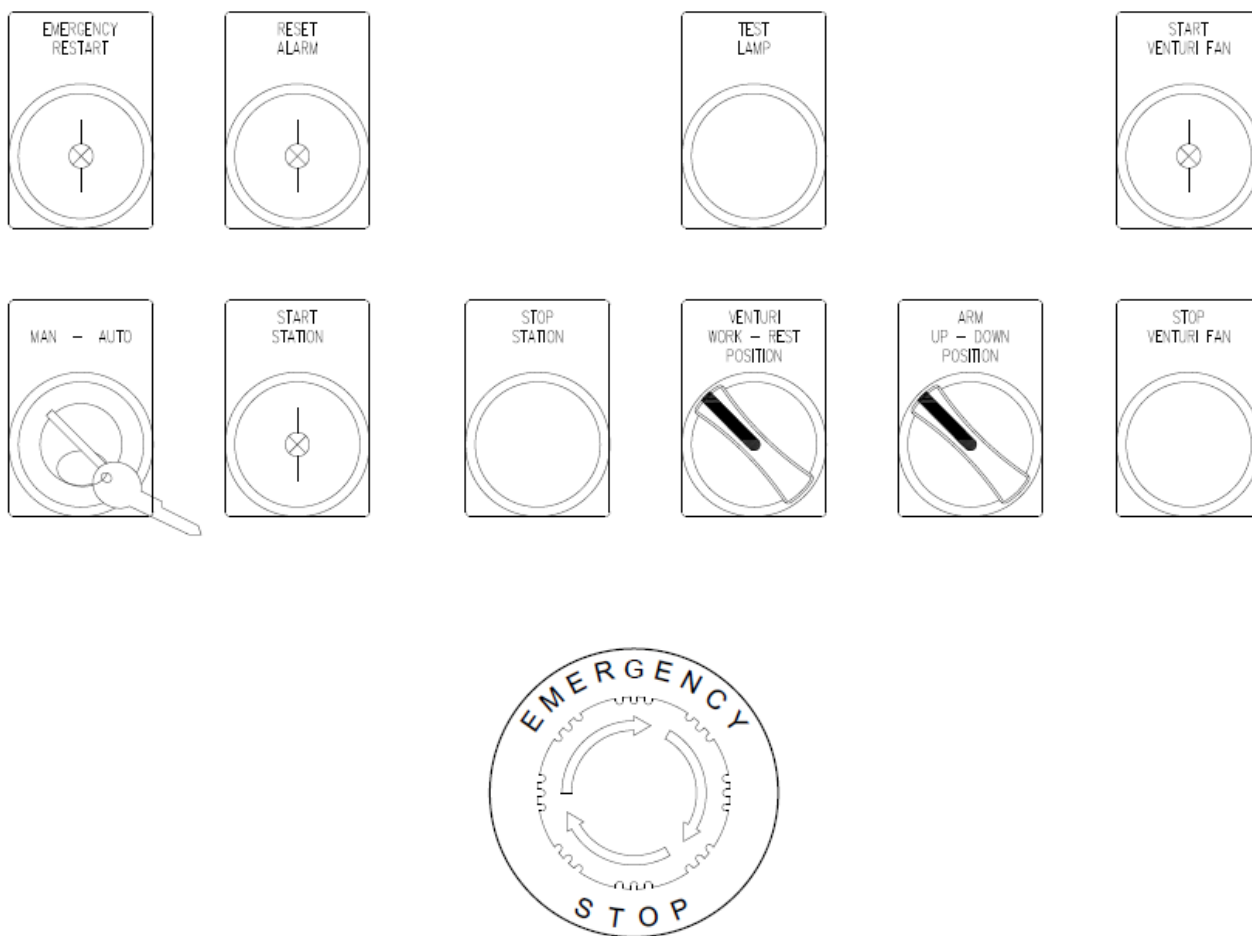


Рисунок А.4 – Структурная схема передней панели управления



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

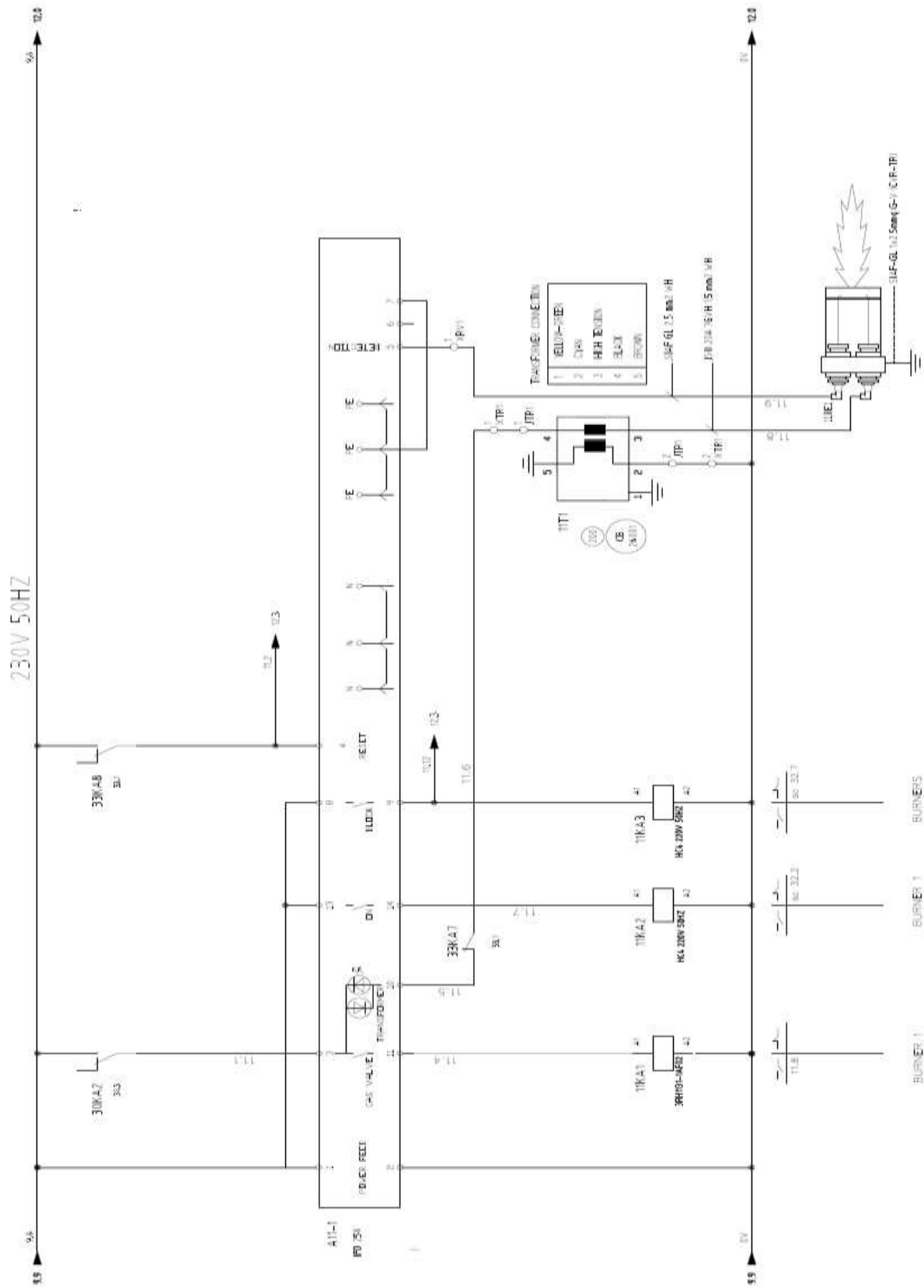


Рисунок Б.1 – Принципиальная схема подключений к автомату управления горелкой №1

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

91

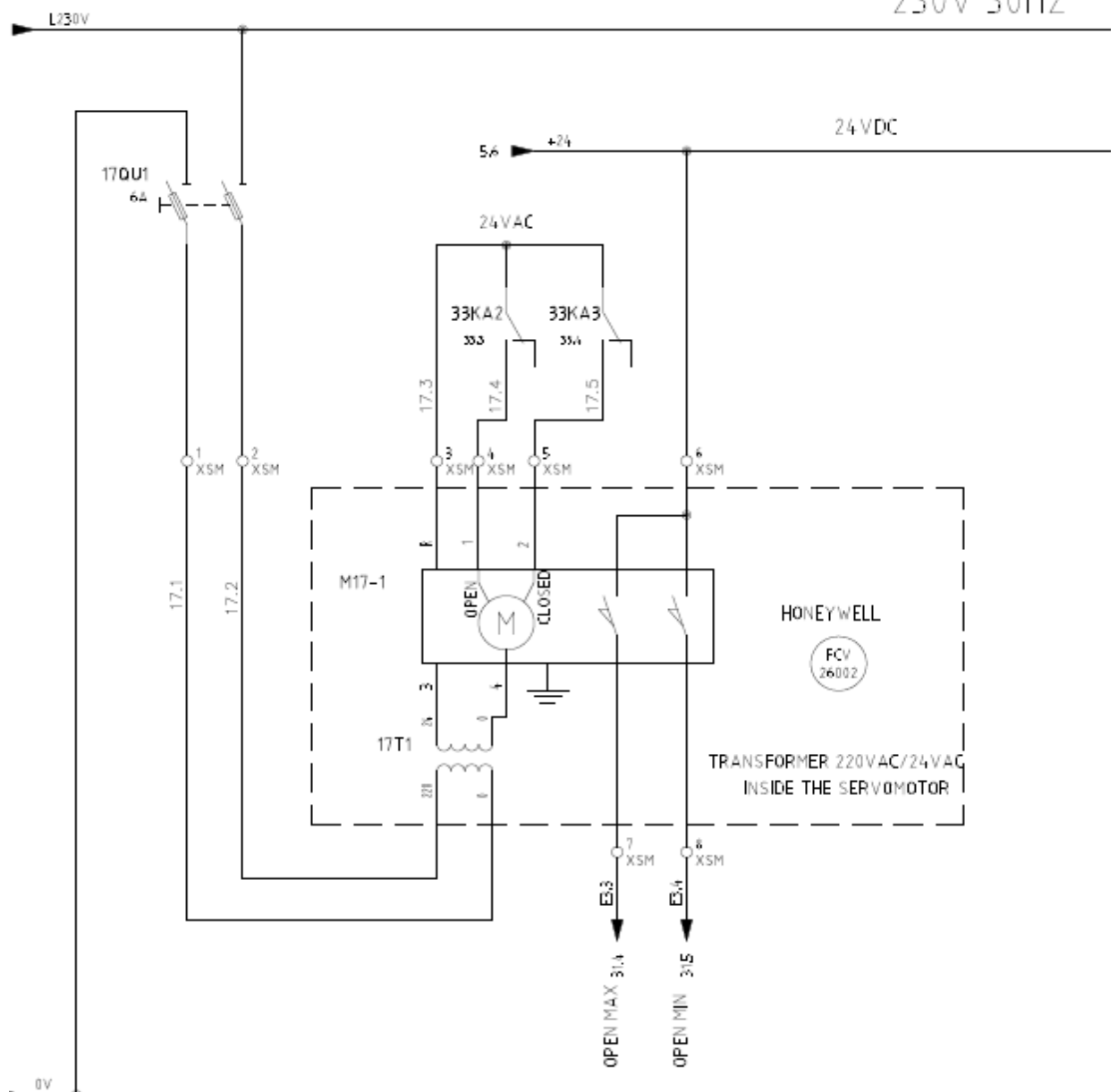


Рисунок Б.2 – Принципиальная схема подключений к сервоприводу

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Продолжение приложения Б

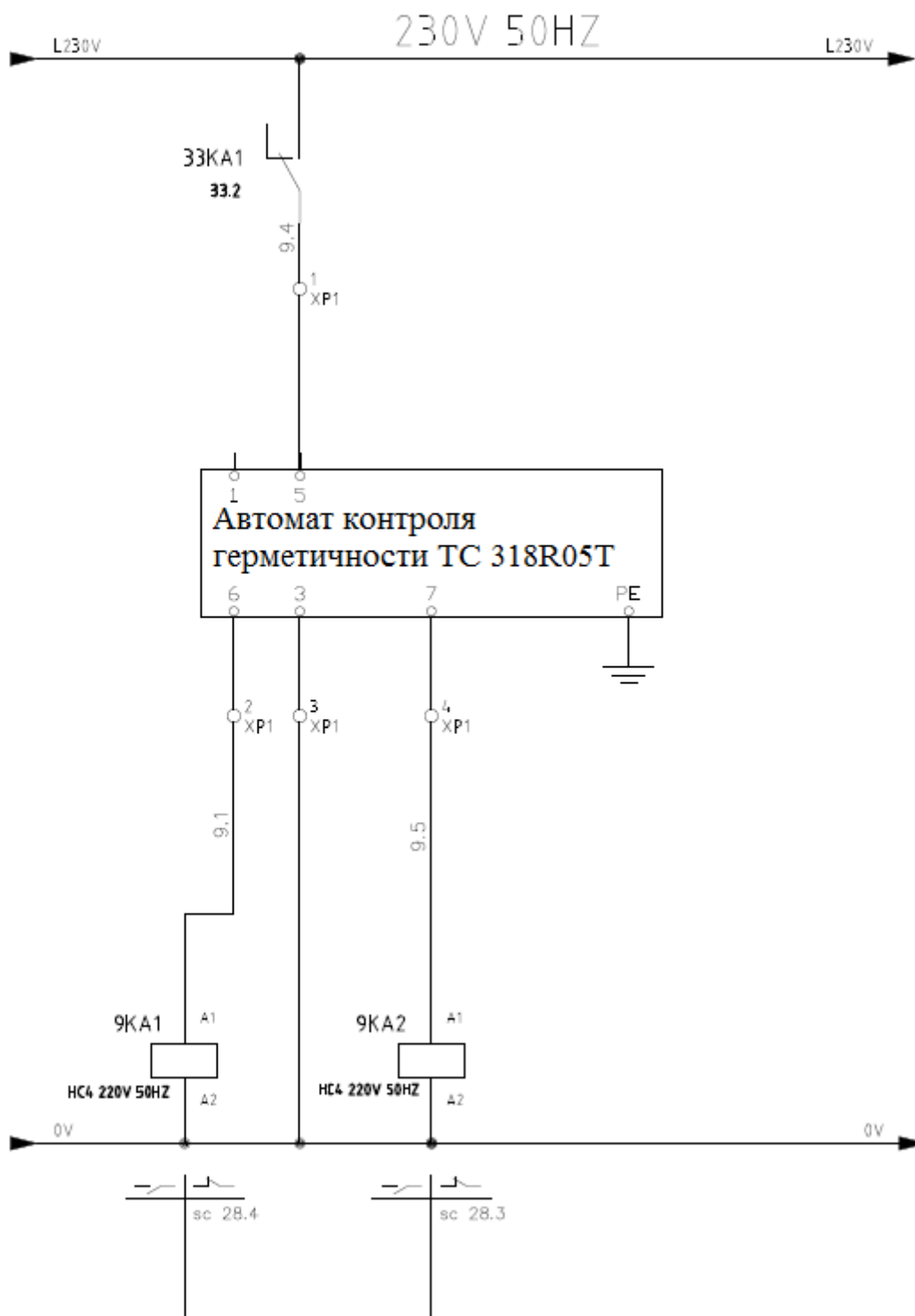


Рисунок Б.3 – Принципиальная схема подключений к автомату контроля герметичности

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

93

Продолжение приложения Б

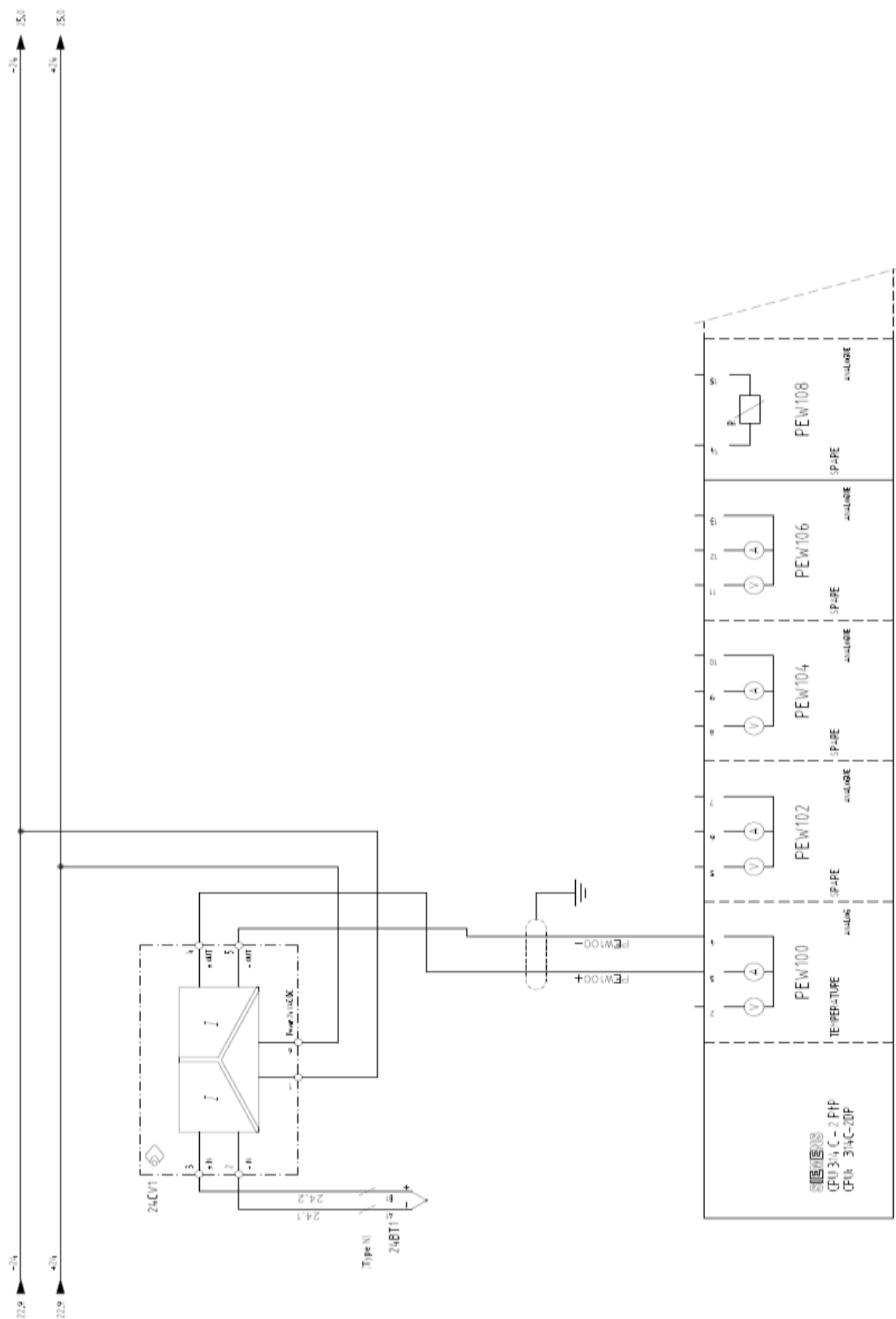


Рисунок Б.4 – Принципиальная схема подключения термопары к преобразователю сигнала, а так же подключения преобразователя к контроллеру

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

94

Продолжение приложения Б

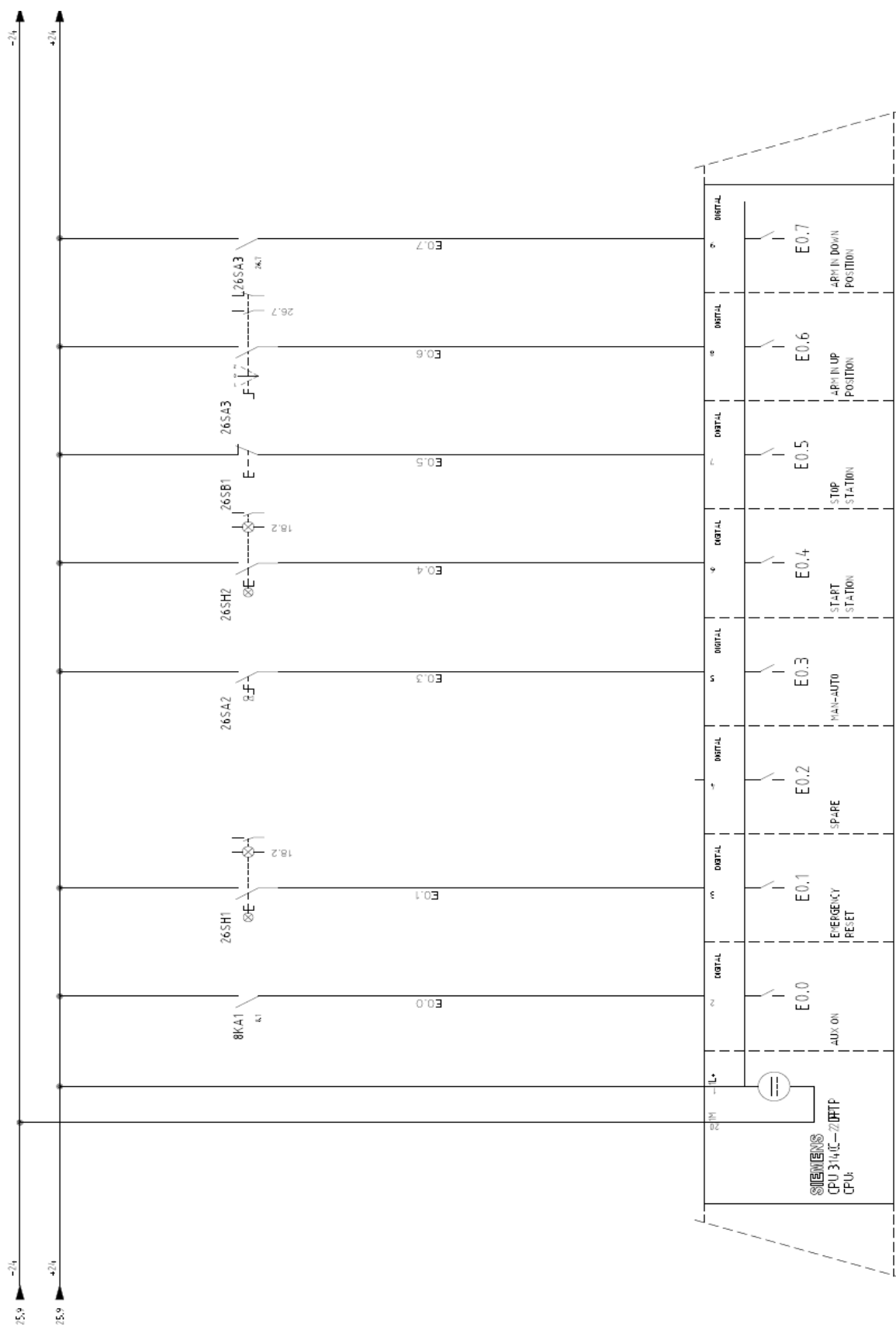


Рисунок Б.5 – Принципиальная схема подключений оборудования к входам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

95



Продолжение приложения Б

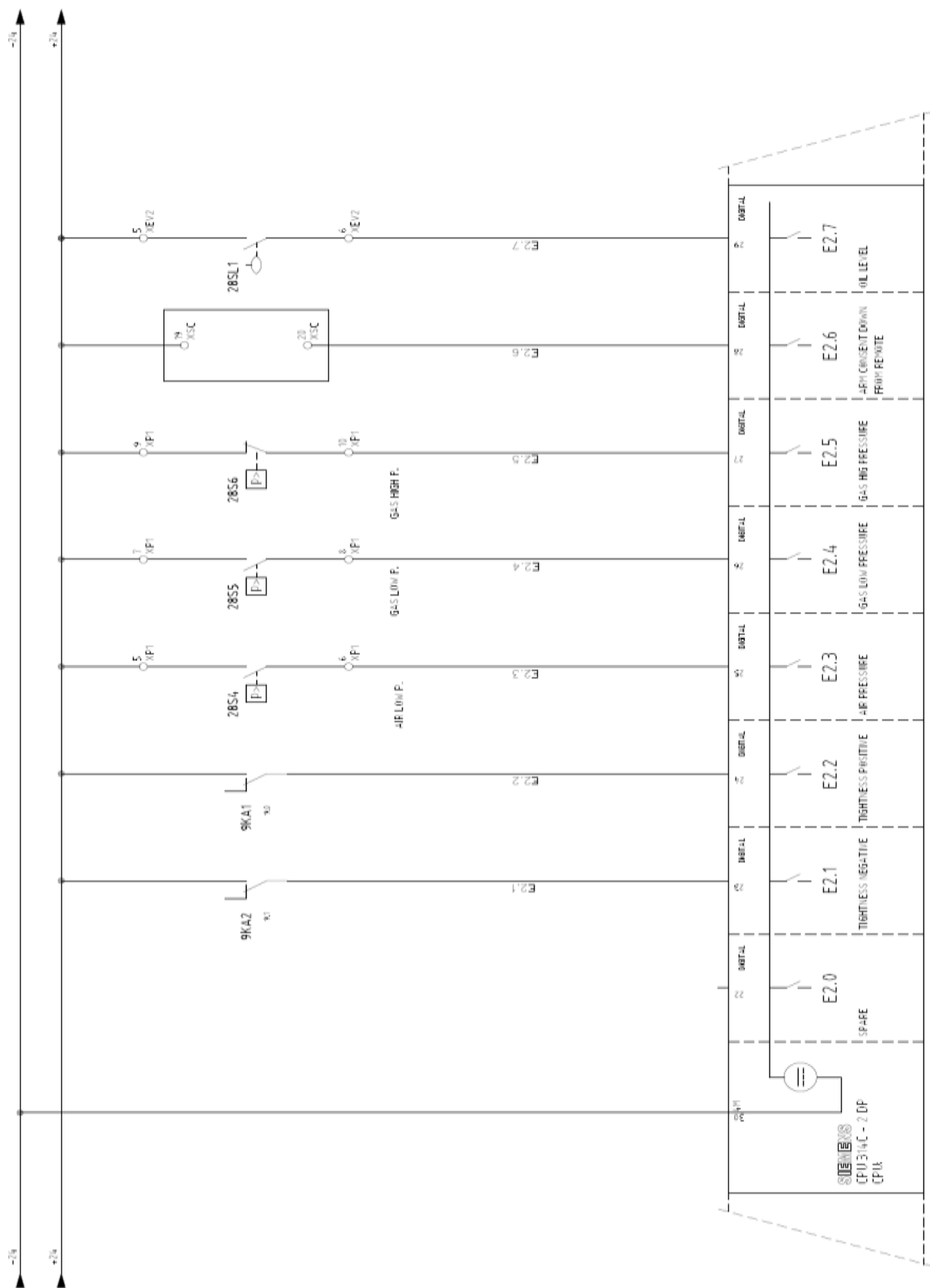


Рисунок Б.7 – Принципиальная схема подключений оборудования к входам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Продолжение приложения Б

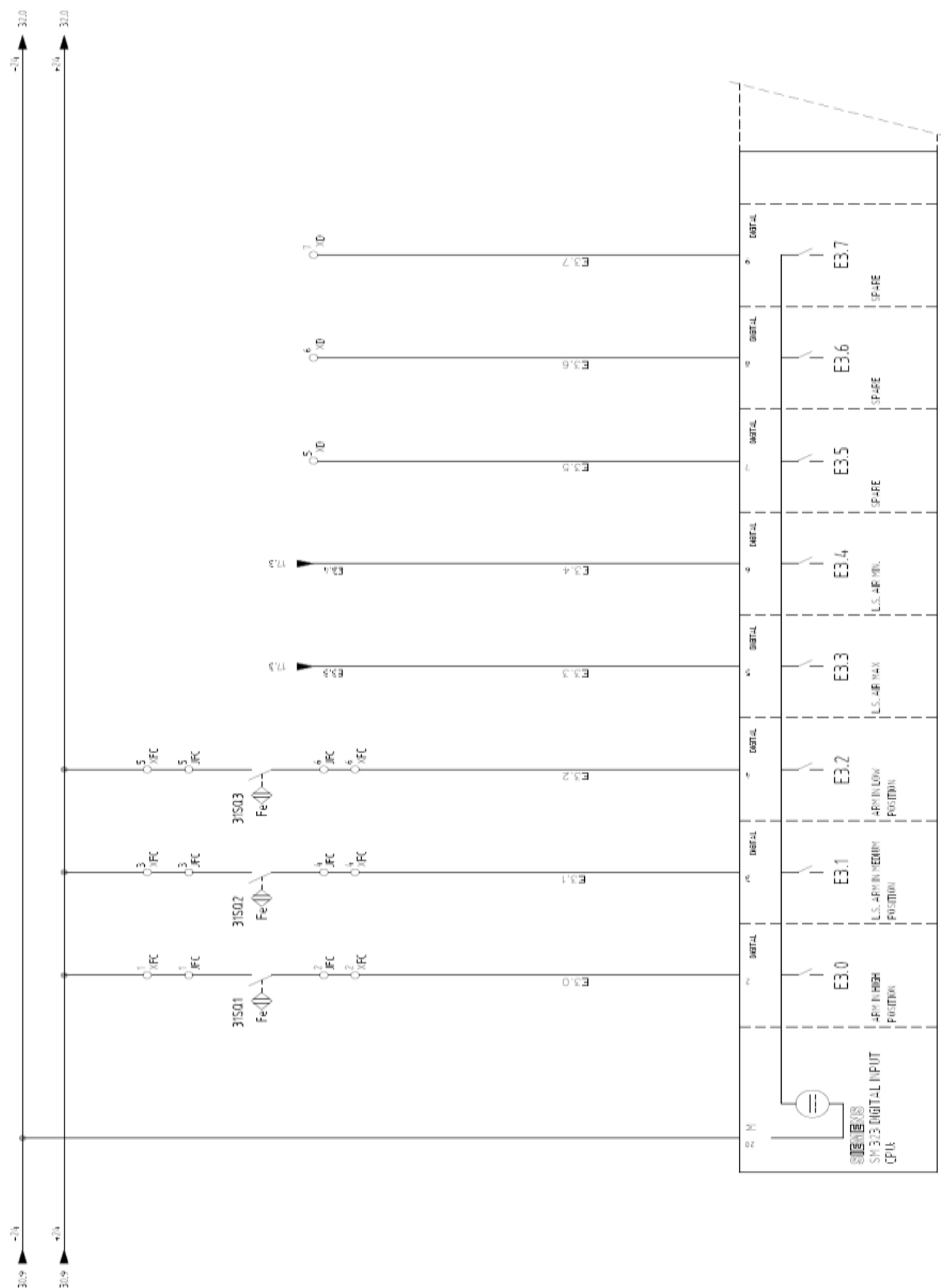


Рисунок Б.8 – Принципиальная схема подключений оборудования к входам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ



Продолжение приложения Б

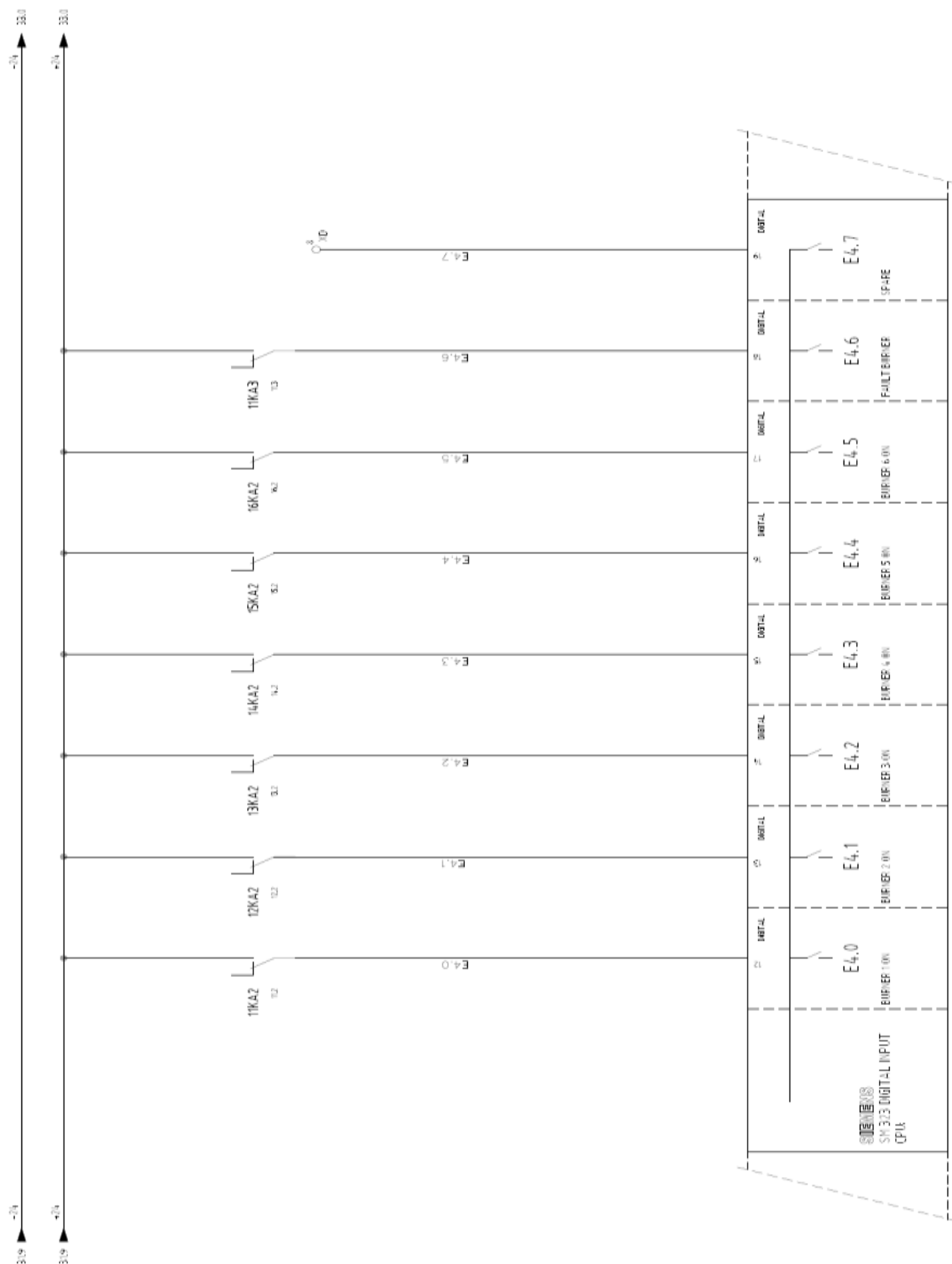


Рисунок Б.9 – Принципиальная схема подключений оборудования к входам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

99

Продолжение приложения Б

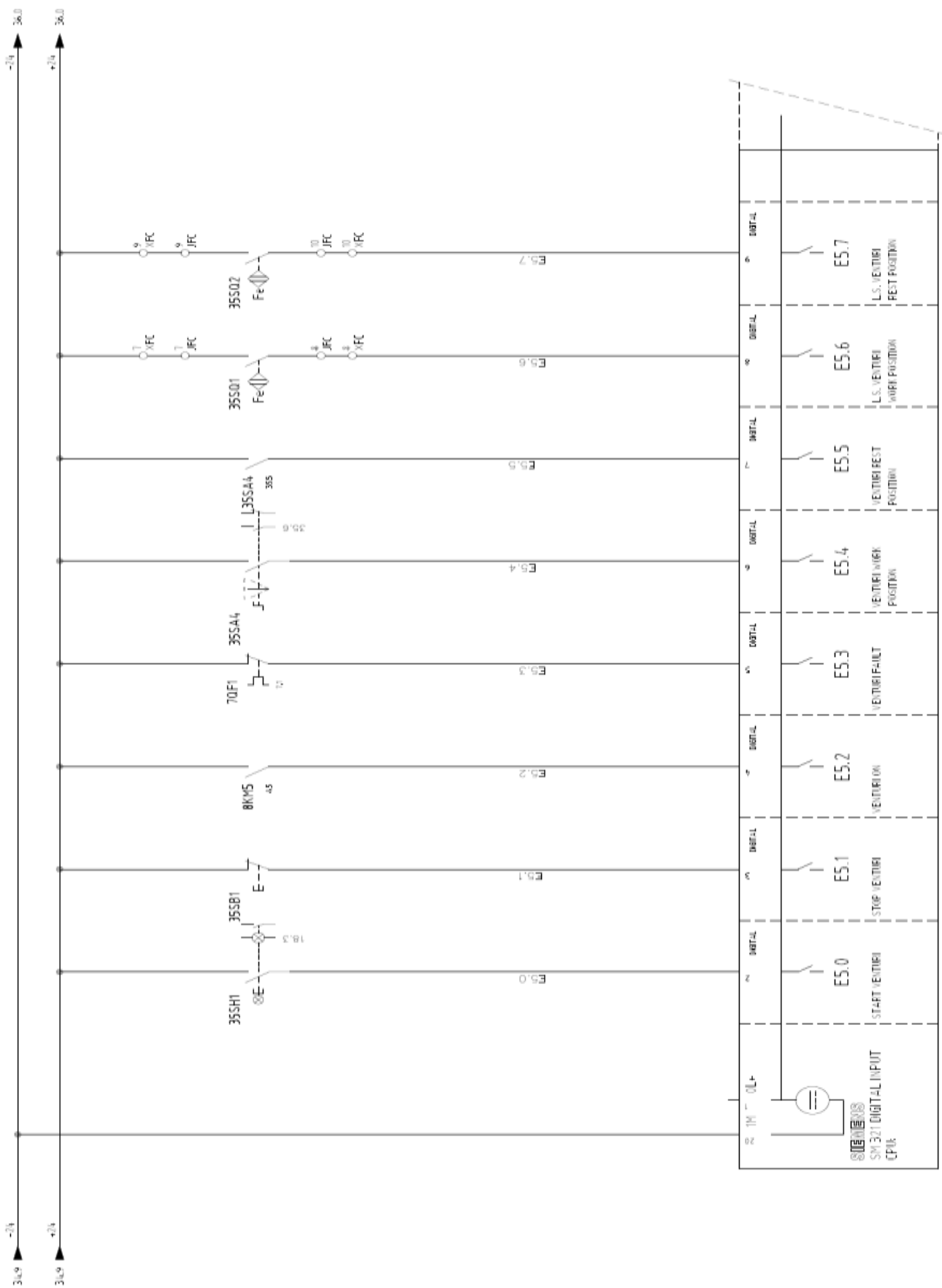


Рисунок Б.10 – Принципиальная схема подключений оборудования к входам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

100

Продолжение приложения Б

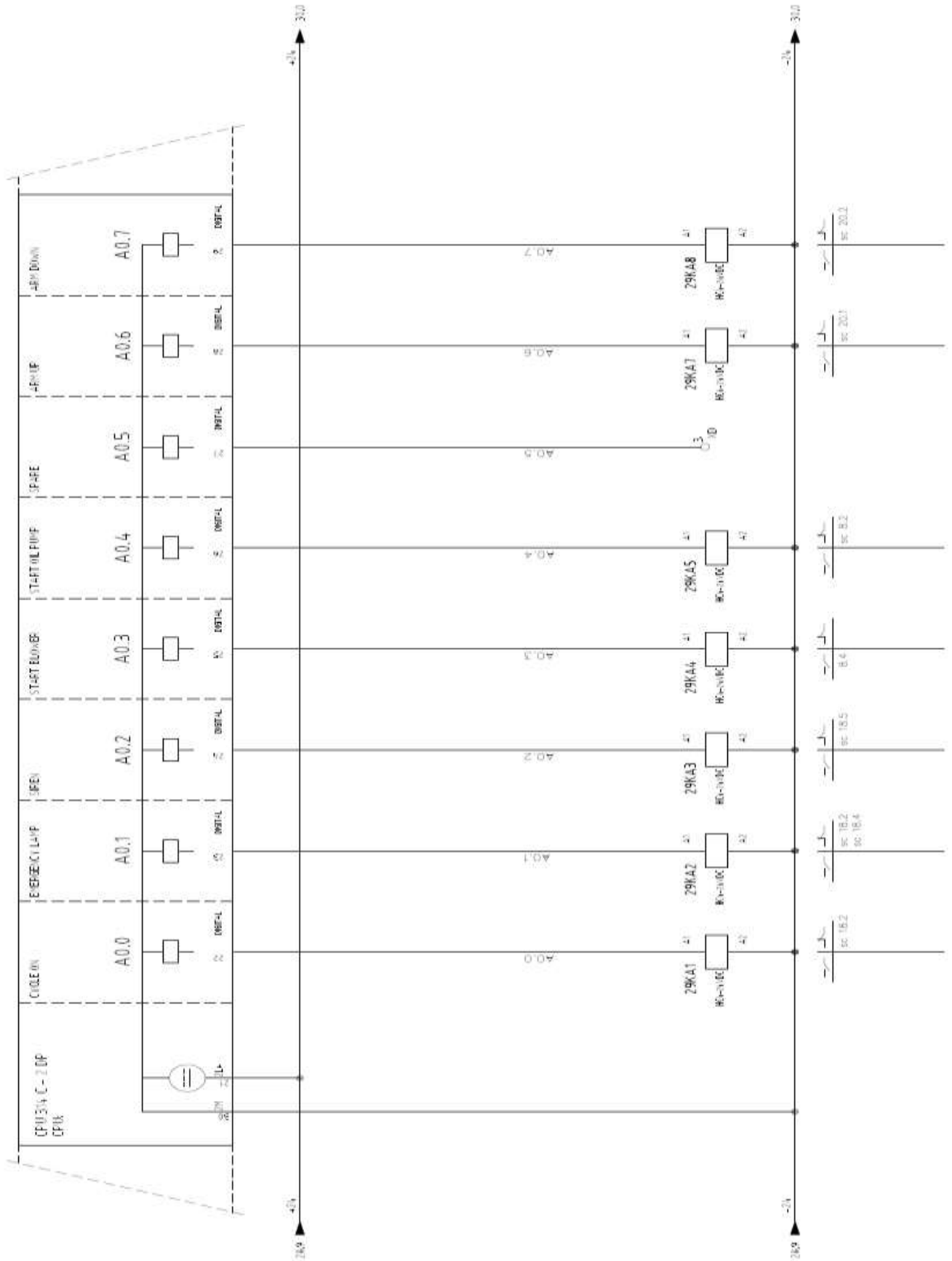


Рисунок Б.11 – Принципиальная схема подключений оборудования к выходам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

101

Продолжение приложения Б

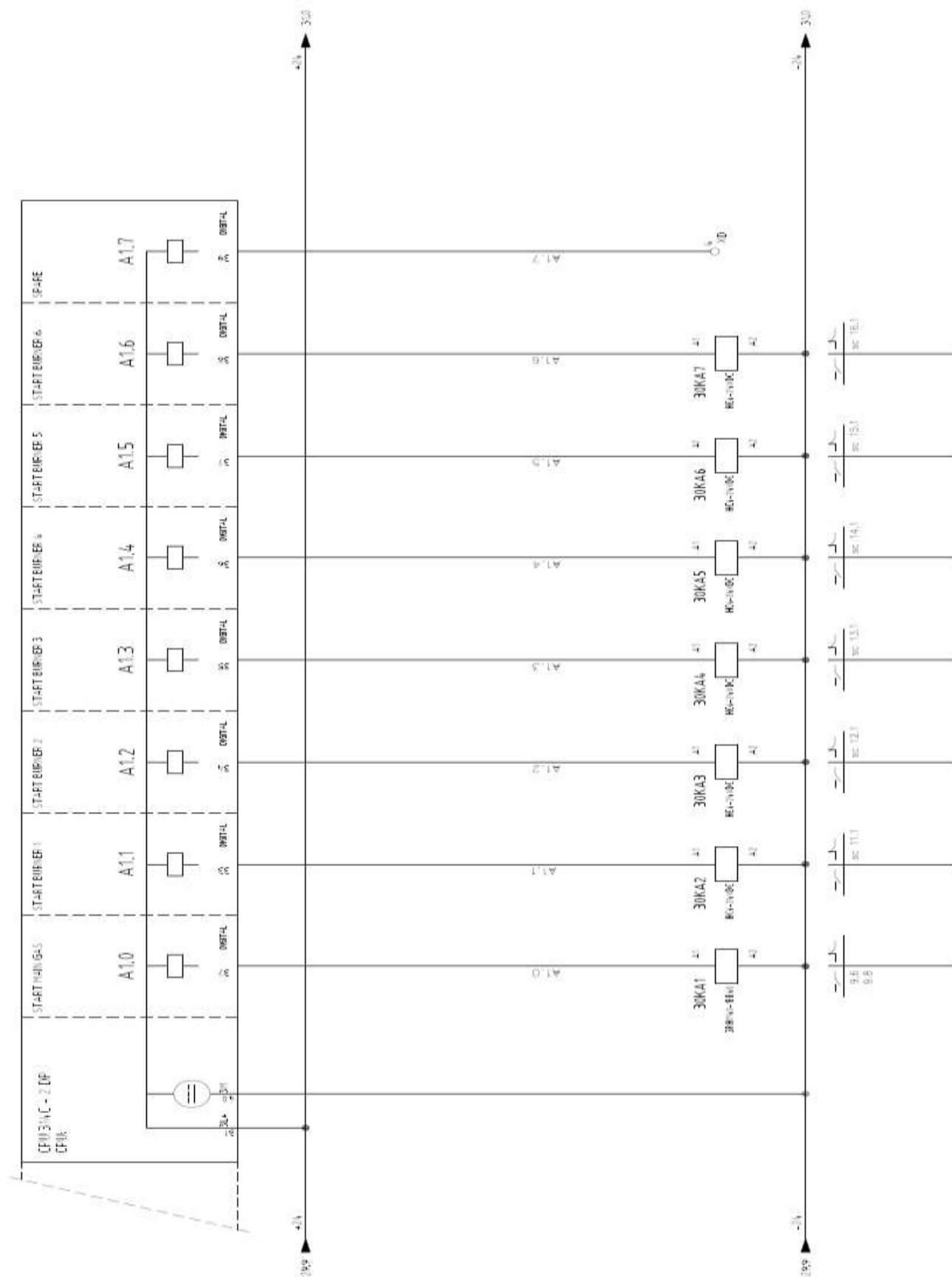


Рисунок Б.12 – Принципиальная схема подключений оборудования к выходам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ



Продолжение приложения Б

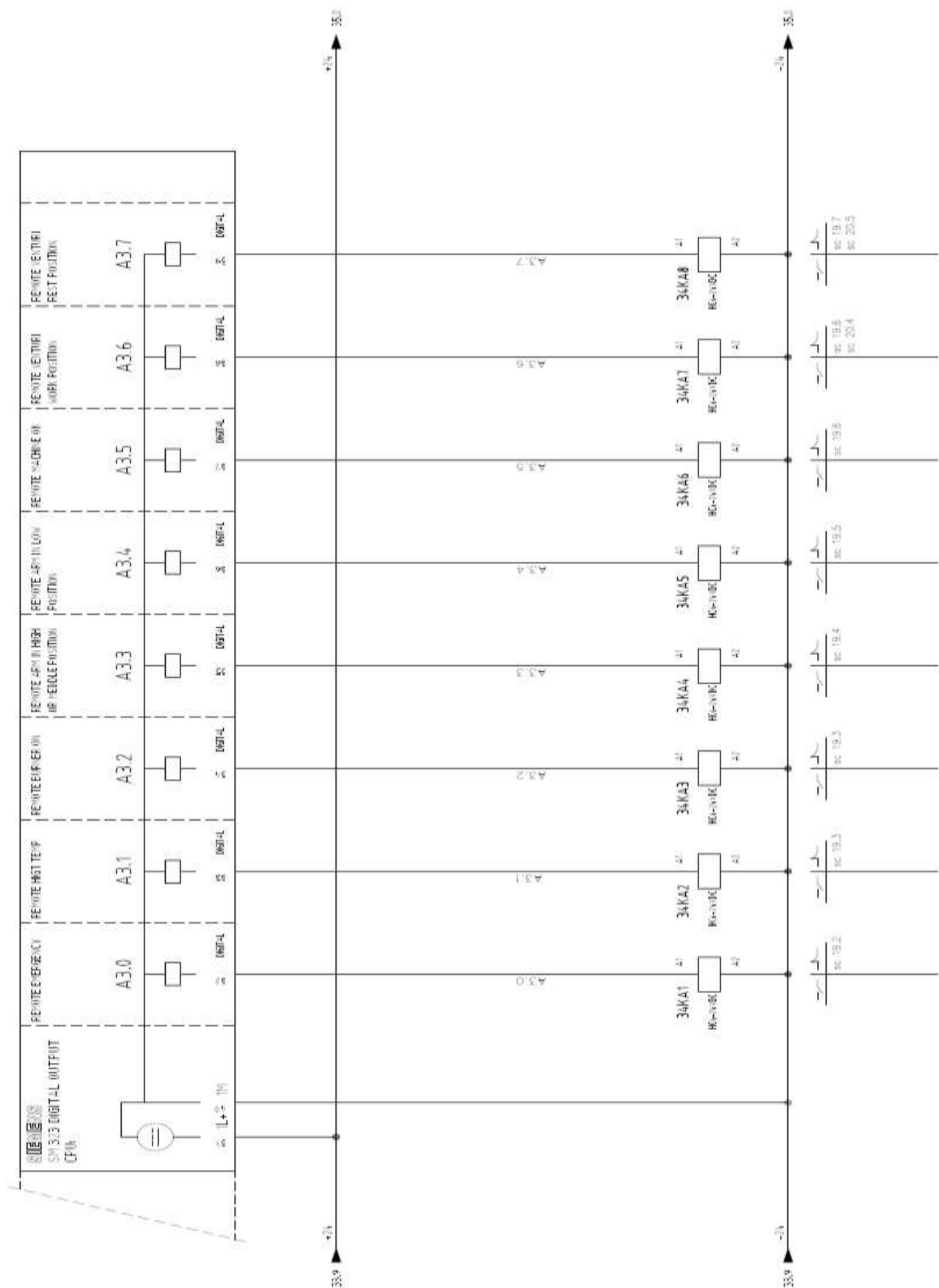


Рисунок Б.14 – Принципиальная схема подключений оборудования к выходам контроллера

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

104

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

**HW Config - Station SIMATIC 300**

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

Station SIMATIC 300 (Configuration) -- RAZOGREV

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1							
2	<b>CPU 314C-2 DP(1)</b>	<b>6ES7 314-6CG03-0AB0</b>	<b>V2.6</b>	<b>2</b>			
X2	DP				1023*		
2.2	DI24/DO16				0...2	0...1	
2.3	AI5/AO2				100...109	100...103	
2.4	Conteggio				768...783	768...783	
2.5	Posizionamento				784...799	784...799	
3							
4	DI16/DO16x24V/0.5A	6ES7 323-1BL00-0AA0			3...4	2...3	
5	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH01-0AA0			5...6		
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Stazione SIMATIC 300

CPU 314C-2 DP

SIMATIC HMI Station(1)

WinCC flexible RT HMI MPI/DP

MPI(1) MPI

PROFIBUS(2) PROFIBUS

Рисунок В.1 – Настройка конфигурации оборудования и связей в проекте

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

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

105

Продолжение приложения В

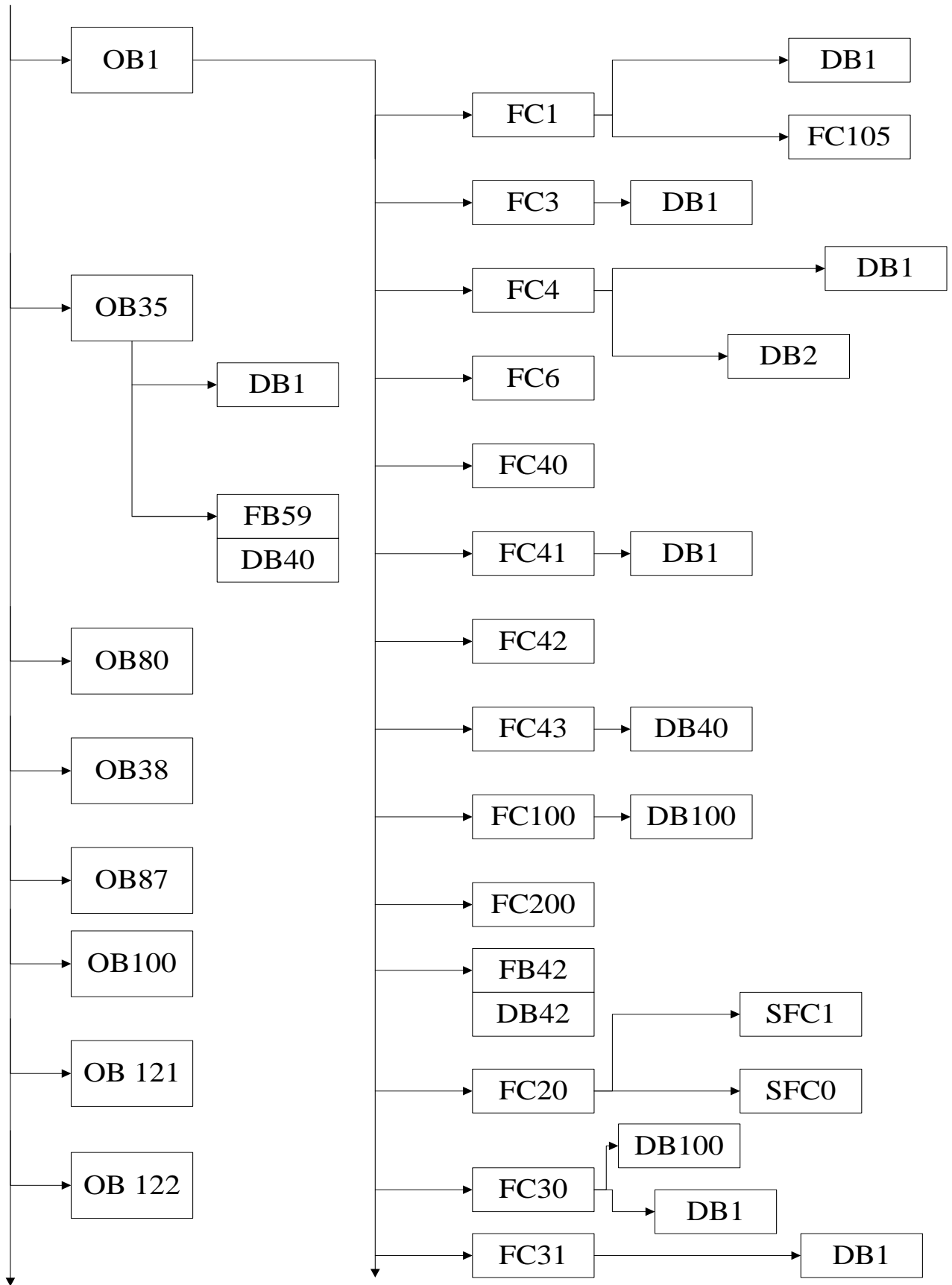


Рисунок В.2 – Структурная схема выполнения программы.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ



## Продолжение приложения В

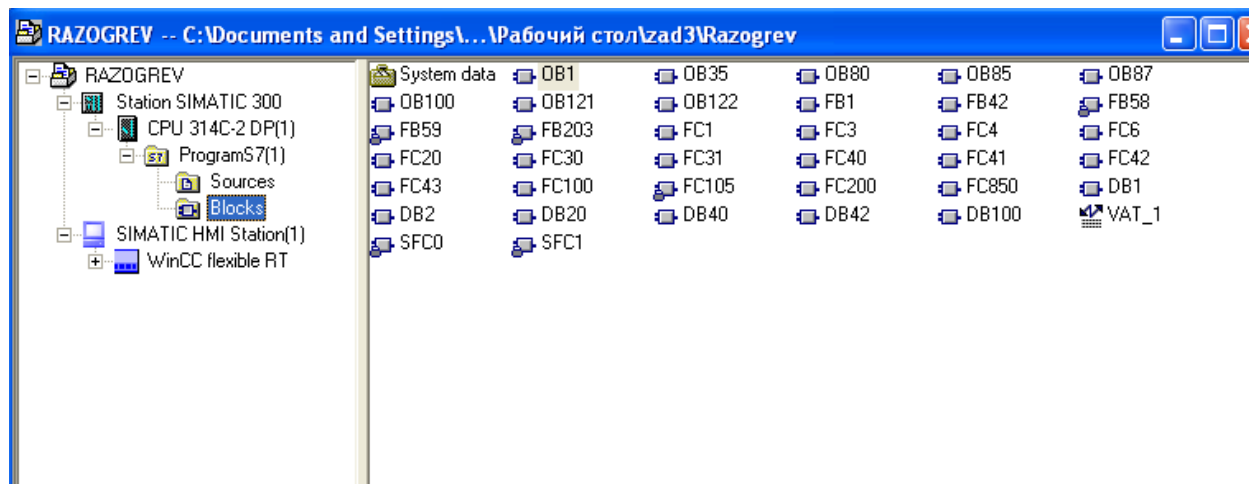


Рисунок В.3 – Блоки программы

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
246	M31.0	M 31.0	BOOL	reset allarm
247	A2.7	Q 2.7	BOOL	reset burners
248	SCALE	FC 255	FC 255	Scaling Values
249	Consent_Reg	M 22.2	BOOL	Se 0=Pausa
250	Cycle_Break	M 22.3	BOOL	Se 1=Pausa
251	E5.5	I 5.5	BOOL	sel venturi rest
252	E5.4	I 5.4	BOOL	sel venturi work
253	FDS	M 181.4	BOOL	Serve in FB203 perche gli FDS non funziona
254	SET_CLK	SFC 0	SFC 0	Set System Clock
255	EW80	IW 80	WORD	SET TEMP DA REMOTO
256	PEW106	PIW 106	WORD	set temperatura da remoto
257	MW118	MW 118	WORD	set temperatura da remoto
258	M9.0	M 9.0	BOOL	SET TIME
259	SECUR	M 20.0	BOOL	sicurezze ok
260	A0.2	Q 0.2	BOOL	sirena
267	A0.3	Q 0.3	BOOL	start blower
268	A1.1	Q 1.1	BOOL	start burner 1
269	A1.2	Q 1.2	BOOL	start burner 2
270	A1.3	Q 1.3	BOOL	start burner 3
271	A1.4	Q 1.4	BOOL	start burner 4
272	A1.5	Q 1.5	BOOL	start burner 5
273	A1.6	Q 1.6	BOOL	start burner 6
274	A1.0	Q 1.0	BOOL	start main gas
275	A0.4	Q 0.4	BOOL	start oil pump
276	E0.4	I 0.4	BOOL	start station
277	E5.0	I 5.0	BOOL	start venturi
278	A2.6	Q 2.6	BOOL	stop ignition
279	E0.5	I 0.5	BOOL	stop station
280	E5.1	I 5.1	BOOL	stop venturi
281	CONSES_400	M 20.6	BOOL	T Ess sopra 400°
282	PAW	PQW 100	WORD	temperatura attuale
283	TCONT_CP	FB 58	FB 58	temperature PID controller with pulse gener
284	TCONT_S	FB 59	FB 59	temperature PID step controller
285	PEW 100	PIW 100	WORD	termocouple
286	E1.0	I 1.0	BOOL	test lamp
287	A2.0	Q 2.0	BOOL	tightness control
288	E2.1	I 2.1	BOOL	tightness negative
289	E2.2	I 2.2	BOOL	tightness positive
290	E2.0	I 2.0	BOOL	tundish car consent
291	E70.3	I 70.3	BOOL	tundish car consent
292	M40.3	M 40.3	BOOL	tundish car consent
293	UNSCALE	FC 254	FC 254	Unscaling Values
294	A2.4	Q 2.4	BOOL	venturi on
295				

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

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

107

Рисунок В.4 – Список переменных программы

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
	A0.0	Q 0.0	BOOL	cycle on
	A0.1	Q 0.1	BOOL	emergency lamp
	A0.2	Q 0.2	BOOL	sirena
	A0.3	Q 0.3	BOOL	start blower
	A0.4	Q 0.4	BOOL	start oil pump
	A0.5	Q 0.5	BOOL	spare
	A0.6	Q 0.6	BOOL	arm up
	A0.7	Q 0.7	BOOL	arm down
	A1.0	Q 1.0	BOOL	start main gas
	A1.1	Q 1.1	BOOL	start burner 1
	A1.2	Q 1.2	BOOL	start burner 2
	A1.3	Q 1.3	BOOL	start burner 3
	A1.4	Q 1.4	BOOL	start burner 4
	A1.5	Q 1.5	BOOL	start burner 5
	A1.6	Q 1.6	BOOL	start burner 6
	A1.7	Q 1.7	BOOL	spare
	A2.0	Q 2.0	BOOL	tightness control
	A2.1	Q 2.1	BOOL	open air valve
	A2.2	Q 2.2	BOOL	closed air valve
	A2.3	Q 2.3	BOOL	open gas valve
	A2.4	Q 2.4	BOOL	venturi on
	A2.5	Q 2.5	BOOL	spare
	A2.6	Q 2.6	BOOL	stop ignition
	A2.7	Q 2.7	BOOL	reset burners
	A3.0	Q 3.0	BOOL	remote emergency
	A3.1	Q 3.1	BOOL	remote hight temp
	A3.2	Q 3.2	BOOL	remote burners on
	A3.3	Q 3.3	BOOL	remote arm in middle/hight position
	A3.4	Q 3.4	BOOL	remote arm in low (WORK) position
	A3.5	Q 3.5	BOOL	remote machine OK
	A3.6	Q 3.6	BOOL	ev venturi work
	A3.7	Q 3.7	BOOL	ev venturi rest
	A70.0	Q 70.0	BOOL	REMOTE EMERGENCY
	A70.1	Q 70.1	BOOL	REMOTE HIGT TEMP
	A70.2	Q 70.2	BOOL	REMOTE BURNER ON
	A70.3	Q 70.3	BOOL	REMOTE ARM IN WORK POSITION
	A70.4	Q 70.4	BOOL	REMOTE ARM IN REST POSITION
	A70.5	Q 70.5	BOOL	REMOTE=1 local=0
	A70.6	Q 70.6	BOOL	burner fault
	A70.7	Q 70.7	BOOL	manual mode
	A71.0	Q 71.0	BOOL	auto mode
	A71.1	Q 71.1	BOOL	ARM IN MIDDLE POSITION
	Acc_BURNER	FC 40	FC 40	
	Adjust_Aria/Gas	FC 3	FC 3	
	Air_Line	T 12	TIMER	
	Alarm_Managem...	FC 100	FC 100	
	All_DP	M 40.4	BOOL	
	Allarmi	DB 100	DB 100	FAULT VENTURI
	Analog_Input	FC 1	FC 1	
	Analog_Inputs	FC 250	FC 250	Linearize Analog inputs HI_LIM & LO_LIM
	ANL_OUTPUT	FC 251	FC 251	Linearize Analog output FORMAT 0+/-27648

Press F1 to get Help.

Рисунок В.5 – Список переменных программы

	Status	Symbol /	Address	Data type	Comment
100		E0.0	I 0.0	BOOL	aux on
101		E0.1	I 0.1	BOOL	emergency reset
102		E0.2	I 0.2	BOOL	local remote
103		E0.3	I 0.3	BOOL	man auto
104		E0.4	I 0.4	BOOL	start station
105		E0.5	I 0.5	BOOL	stop station
106		E0.6	I 0.6	BOOL	arm UP
107		E0.7	I 0.7	BOOL	arm DOWN
108		E1.0	I 1.0	BOOL	test lamp
109		E1.1	I 1.1	BOOL	fault blower motor
110		E1.2	I 1.2	BOOL	fault oil pump
111		E1.3	I 1.3	BOOL	spare
112		E1.4	I 1.4	BOOL	fault aux 230vac
113		E1.5	I 1.5	BOOL	fault aux 24vdc
114		E1.6	I 1.6	BOOL	blower motor on
115		E1.7	I 1.7	BOOL	oil pump motor on
116		E2.0	I 2.0	BOOL	tundish car consent
117		E2.1	I 2.1	BOOL	tightness negative
118		E2.2	I 2.2	BOOL	tightness positive
119		E2.3	I 2.3	BOOL	air pressure
120		E2.4	I 2.4	BOOL	gas low pressure
121		E2.5	I 2.5	BOOL	gas higt pressure
122		E2.6	I 2.6	BOOL	arm movement down consent from rem
123		E2.7	I 2.7	BOOL	OIL LEVEL
124		E3.0	I 3.0	BOOL	I.s. arm UP
125		E3.1	I 3.1	BOOL	I.s. arm middle
126		E3.2	I 3.2	BOOL	I.s. arm DOWN
127		E3.3	I 3.3	BOOL	I.s. air min
128		E3.4	I 3.4	BOOL	I.s. air max
129		E3.5	I 3.5	BOOL	I.s. gas min
130		E3.6	I 3.6	BOOL	I.s. gas max
131		E3.7	I 3.7	BOOL	spare
132		E4.0	I 4.0	BOOL	burner 1 on
133		E4.1	I 4.1	BOOL	burner 2 on
134		E4.2	I 4.2	BOOL	burner 3 on
135		E4.3	I 4.3	BOOL	burner 4 on
136		E4.4	I 4.4	BOOL	burner 5 on
137		E4.5	I 4.5	BOOL	burner 6 on
138		E4.6	I 4.6	BOOL	fault burner
139		E4.7	I 4.7	BOOL	spare
140		E5.0	I 5.0	BOOL	start venturi
141		E5.1	I 5.1	BOOL	stop venturi
142		E5.2	I 5.2	BOOL	feed venturi on
143		E5.3	I 5.3	BOOL	7qf1 fault venturi
144		E5.4	I 5.4	BOOL	sel venturi work
145		E5.5	I 5.5	BOOL	sel venturi rest
146		E5.6	I 5.6	BOOL	ls venturi work
147		E5.7	I 5.7	BOOL	ls venturi rest
148		E70.0	I 70.0	BOOL	REMOTE START REGULATION
149		E70.1	I 70.1	BOOL	REMOTE STOP REGULATION
150		E70.2	I 70.2	BOOL	REMOTE ARM UP

Press F1 to get Help.

Рисунок В.6 – Список переменных программы

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист 109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Symbol Editor - [ProgramS7(1) (Simboli) -- RAZOGREV\Station SIMATIC 300\CPU 314C-2 DP(1)]

Symbol Table Edit Insert View Options Window Help

All Symbols

	Status	Symbol	Address	Data type	Comment
153		A71.0	Q 71.0	BOOL	auto mode
154		M28.2	M 28.2	BOOL	auto plc regulation
155		M35.1	M 35.1	BOOL	auto mode
156		E0.0	I 0.0	BOOL	aux on
157		M30.0	M 30.0	BOOL	BIT ALARM
158		E1.6	I 1.6	BOOL	blower motor on
159		E4.0	I 4.0	BOOL	burner 1 on
160		E4.1	I 4.1	BOOL	burner 2 on
161		E4.2	I 4.2	BOOL	burner 3 on
162		E4.3	I 4.3	BOOL	burner 4 on
163		E4.4	I 4.4	BOOL	burner 5 on
164		E4.5	I 4.5	BOOL	burner 6 on
165		A70.6	Q 70.6	BOOL	burner fault
166		M61.3	M 61.3	BOOL	close air manual
167		A2.2	Q 2.2	BOOL	closed air valve
168		COMM_FLT	OB 87	OB 87	Communication Fault
169		COMPLETE REST...	OB 100	OB 100	Complete Restart
170		A0.0	Q 0.0	BOOL	cycle on
171		CYCL_FLT	OB 80	OB 80	Cycle Time Fault
172		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
173		A0.1	Q 0.1	BOOL	emergency lamp
174		E0.1	I 0.1	BOOL	emergency reset
175		A3.7	Q 3.7	BOOL	ev venturi rest
176		A3.6	Q 3.6	BOOL	ev venturi work
177		E1.4	I 1.4	BOOL	fault aux 230vac
178		E1.5	I 1.5	BOOL	fault aux 24vdc
179		E1.1	I 1.1	BOOL	fault blower motor
180		E4.6	I 4.6	BOOL	fault burner
181		E1.2	I 1.2	BOOL	fault oil pump
182		Allarmi	DB 100	DB 100	FAULT VENTURI
183		E5.2	I 5.2	BOOL	feed venturi on
184		AW82	QW 82	WORD	feedback setpoint temp.
185		Blk_Ess_800	M 21.5	BOOL	force 800
186		E2.5	I 2.5	BOOL	gas higt pressure
187		E2.4	I 2.4	BOOL	gas low pressure
188		M29.0	M 29.0	BOOL	HIGT TEMP
189		I/O_FLT1	OB 82	OB 82	I/O Point Fault 1
190		E3.4	I 3.4	BOOL	I.s. air max
191		E3.3	I 3.3	BOOL	I.s. air min
192		E3.2	I 3.2	BOOL	I.s. arm DOWN
193		E3.1	I 3.1	BOOL	I.s. arm middle
194		E3.0	I 3.0	BOOL	I.s. arm UP
195		E3.6	I 3.6	BOOL	I.s. gas max
196		E3.5	I 3.5	BOOL	I.s. gas min
197		Analog_Inputs	FC 250	FC 250	Linearize Analog inputs HI_LIM & LO_LIM
198		ANL_OUTPUT	FC 251	FC 251	Linearize Analog output FORMAT 0-+/-27648
199		E0.2	I 0.2	BOOL	local remote
200		T26	T 26	TIMER	Is venturi rest
201		E5.7	I 5.7	BOOL	Is venturi rest
202		E5.6	I 5.6	BOOL	Is venturi work
203		T25	T 25	TIMER	Is venturi work

Press F1 to get Help.

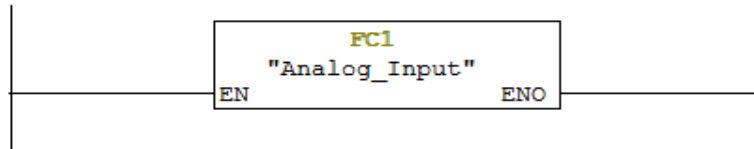
Рисунок В.7 – Список переменных программы

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

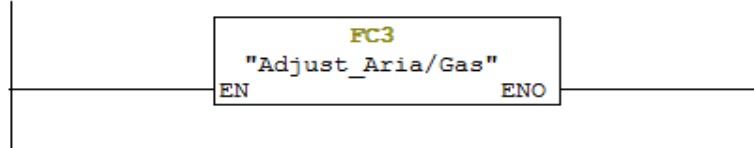
OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

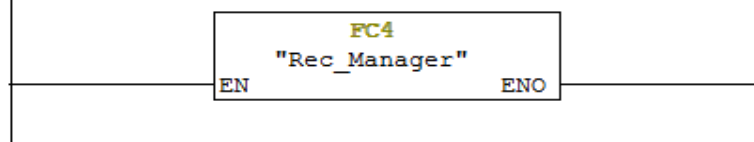
Network 1 : Title:



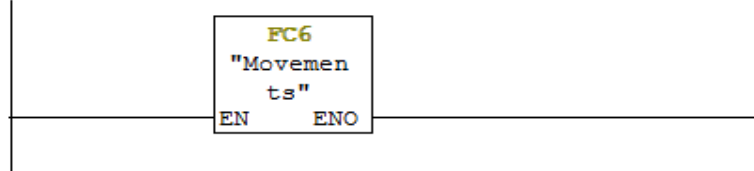
Network 2 : Title:



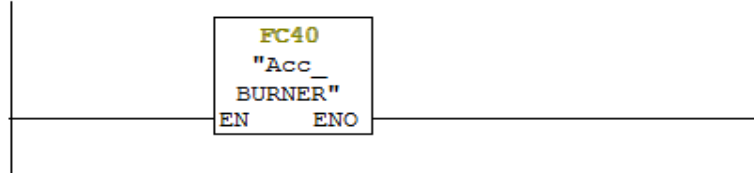
Network 3 : Title:



Network 4 : Title:



Network 5 : Title:



Network 6 : Title:

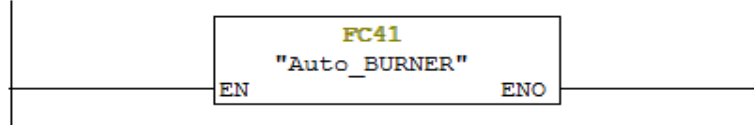
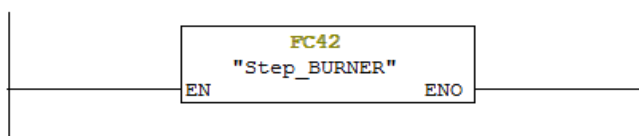


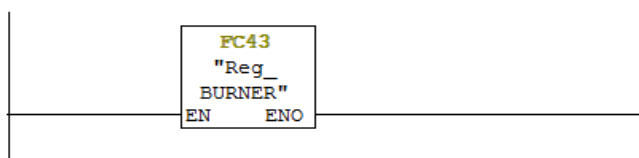
Рисунок Г.1 – Блок OB1

## Продолжение приложения Г

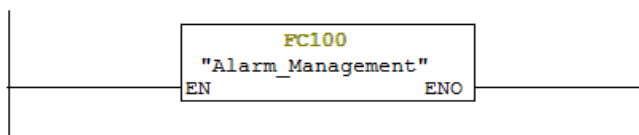
□ Network 7 : Title:



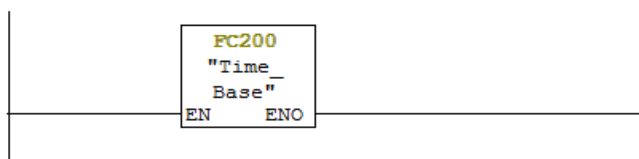
□ Network 8 : Title:



□ Network 9 : Title:



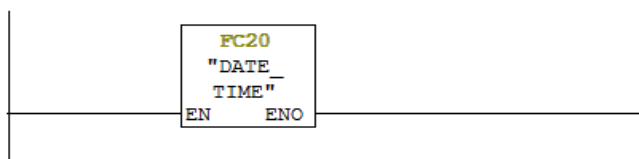
□ Network 10 : Title:



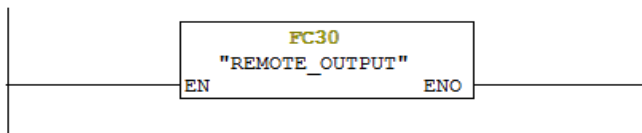
□ Network 11 : Title:

CALL "Call\_Step" , "DB\_Step"      FB42 / DB42

□ Network 12 : Title:



□ Network 13 : Title:



□ Network 14 : Title:

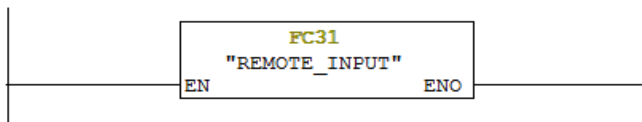


Рисунок Г.2 – Блок ОВ1

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112

## Продолжение приложения Г

OB35 : "Cyclic Interrupt"

Comment:

Network 1: Title:

```

A      "On"                M202.1
=      L      36.0
A      L      36.0
A      "M35.1"            M35.1          -- auto mode
JNB    _001
L      "Data".SET_Temp_Ricet  DB1.DBW148  -- Set Temperatura Ric
T      "Data".ACT_SET       DB1.DBW126  -- Set Attuale Temperatura
_001: NOP 0
A      L      36.0
A      "M35.0"            M35.0          -- manual mode
JNB    _002
L      "Data".SET_Temp_Loc   DB1.DBW100  -- Set Temperatura Locale
T      "Data".ACT_SET       DB1.DBW126  -- Set Attuale Temperatura
_002: NOP 0
A      L      36.0
A      "M35.2"            M35.2          -- remote mode
=      L      36.1
A      L      36.1
A      "Data".remPB       DB1.DBX200.2
JNB    _003
L      "Data".SET_TEMP_REMPB DB1.DBW102  -- SET TEMPERATURA remote PB
T      "Data".ACT_SET       DB1.DBW126  -- Set Attuale Temperatura
_003: NOP 0
A      L      36.1
A      "Data".rem4_20     DB1.DBX200.3
JNB    _006
L      "Data".SET_TEMP_REM4_20 DB1.DBW104  -- SET TEMP REM 4-20 MA
T      "Data".ACT_SET       DB1.DBW126  -- Set Attuale Temperatura
_006: NOP 0

```

Network 2: REM VIA PB

```

A      "Data".PremPB      DB1.DBX200.0
S      "Data".remPB       DB1.DBX200.2
R      "Data".rem4_20     DB1.DBX200.3

```

Network 3: rem 4.20 ma

```

A      "Data".Prem4_20    DB1.DBX200.1
S      "Data".rem4_20     DB1.DBX200.3
R      "Data".remPB       DB1.DBX200.2

```

Рисунок Г.3 – Блок OB35

## Продолжение приложения Г

### Network 4 : Title:

```

A(
L   "Data".ACT_Temp          DB1.DBW0          -- Temperatura attuale
ITD
T   #PV_Dint                 #PV_Dint
SET
SAVE
CLR
A   BR
)
JNB _007
L   #PV_Dint                 #PV_Dint
DTR
T   #PV_Real                 #PV_Real
_007: NOP 0

```

### Network 5 : Title:

```

A(
L   "Data".ACT_SET          DB1.DBW126         -- Set Attuale Temperatura
ITD
T   #SP_Dint                 #SP_Dint
SET
SAVE
CLR
A   BR
)
JNB _008
L   #SP_Dint                 #SP_Dint
DTR
T   #SP_Real                 #SP_Real
_008: NOP 0

```

### Network 6 : PID ESSICATORE SX

```

A   I   8.1
=   L   36.0
BLD 103
A   I   8.0
=   L   36.1
BLD 103
A   "Reset_PID"             M20.5
=   L   36.2
BLD 103
A   "Off"                   M202.0
=   L   36.3
BLD 103
A   "On"                     M202.1
=   L   36.4
BLD 103
CALL "TCONT_S", "DB_Reg_PID" FB59 / DB40    -- temperature PID step controller
CYCLE :=1.500000e+000
SP_INT :=#SP_Real           #SP_Real
PV_IN  :=#PV_Real           #PV_Real
PV_PER :=
DISV   :=
LMNR_HS:=L36.0
LMNR_LS:=L36.1
LMNS_ON:=L36.2
LMNUP  :=L36.3
LMNDN  :=L36.4
QLMNUP :=M105.0
QLMNDN :=M105.1
PV     :=
ER     :=
COM_RST:="Reset_PID"       M20.5
NOP 0

```

Рисунок Г.4 – Блок OB35

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист 114
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

```

Network 1 : Temperature linearization
A      "Off"                               M202.0
=      L      0.0
BLD    103
A(
L      "PEW 100"                             PIW100      -- termocouple
T      MW     90
SET
SAVE
CLR
A      BR
)
JNB    _001
CALL   FC     105
IN     :=MW90
HI_LIM :=1.250000e+003
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW92
OUT    :=MD94
_001: NOP  0

Network 2 : TEMP. VALUE
L      MD     94
RND
T      "Data".ACT_Temp                       DB1.DBW0      -- Temperatura attuale

Network 3 : current temperature
L      "PEW 100"                             PIW100      -- termocouple
T      "PAW"                                 PQW100      -- temperatura attuale
NOP    0

Network 4 : Title:
A(
L      "Data".HIGT_TEMP                       DB1.DBW6      -- TEMPERATURA
L      1249
>I
)
JNB    _002
L      1249
T      "Data".HIGT_TEMP                       DB1.DBW6      -- TEMPERATURA
_002: NOP  0

Network 5 : HIGT TEMP
L      "Data".ACT_Temp                       DB1.DBW0      -- Temperatura attuale
L      "Data".HIGT_TEMP                       DB1.DBW6      -- TEMPERATURA
>I
=      "M29.0"                               M29.0        -- HIGT TEMP

Network 6 : temperatura remote
A      "Off"                               M202.0
=      L      0.0
BLD    103
A(
L      "PEW106"                             PIW106      -- set temperatura da remoto
T      MW     110
SET
SAVE
CLR
A      BR
)
JNB    _003
CALL   FC     105
IN     :=MW110
HI_LIM :=1.250000e+003
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW112
OUT    :=MD114
_003: NOP  0

Network 7 : TEMP. VALUE
L      MD     114
RND
T      "MW118"                               MW118        -- set temperatura da remoto
    
```

Рисунок Д.1 – Блок FC1

## Продолжение приложения Д

FC3 : Title:

Comment:

Network : Adjustment of opening / closing of gas

```

L "Data".SET_Ap_Ecc_Gas DB1.DBW140
L "Data".Hist_SET_Ap_Ecc_Gas DB1.DBW142
-I
T #Aux_1 #Aux_1
TAK
L "Data".SET_Ap_Ecc_Gas DB1.DBW140
+I
T #Aux_2 #Aux_2

// *****

L "Data".ACT_Temp DB1.DBW0 -- Current temperature
L "Data".SET_Ap_Ecc_Gas DB1.DBW140
>I
S "Excess_gas" M42.1

L "Data".ACT_Temp DB1.DBW0 -- Current temperature
L #Aux_1 #Aux_1
<I
R "Excess_gas" M42.1
    
```

Рисунок Д.2 – Блок FC3

Network 1: Tasking programs

LOAD VALUES FROM THE BASIC DATE IN THE CURRENT RECIPE

```

A "Data".PB_Ric_Ric DB1.DBK204.3
AN "Reset_progress" M22.6
FP "AuxFds9" M161.1

JCN F001
L 1
T #CONT3 #CONT3

L 0
T #CONT1 #CONT1

L "Task_Programs".Number_Ric_Save DB2.DBW100
L 50
+I
L 150
+I
T #CONT2 #CONT2

MO01: L #CONT1 #CONT1
SLD 3
LAR1

L #CONT2 #CONT2
SLD 3
LAR2

OPN "Task_Programs" DB2
L DBW [AR2, P#0.0]
T DBW [AR1, P#0.0]

A(
L #CONT3 #CONT3
L 25
>=I
)
JC F001

L #CONT3 #CONT3
L 1
+I
T #CONT3 #CONT3

L #CONT1 #CONT1
L 2
+I
T #CONT1 #CONT1

L #CONT2 #CONT2
L 2
+I
T #CONT2 #CONT2

JU MO01
FO01: NOP 0
    
```

Рисунок Д.3 – Блок FC4

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

116

# Продолжение приложения Д

□ Network 2 : Title:

SAVE THE VALUES OF THE CURRENT RECIPE IN THE DATE

```

A      "Data".PB_Save_Ric      DB1.DBX204.4
FP     "AuxFds10"             M181.2

JCN    F002
L      1
T      #CONT3                 #CONT3

L      100
T      #CONT1                 #CONT1

L      "Task_Programs".Number_Ric_Save  DB2.DBW100      --
L      50
+I
L      150
+I
T      #CONT2                 #CONT2

M002: L      #CONT1           #CONT1
SLD    3
LAR1

L      #CONT2                 #CONT2
SLD    3
LAR2

OPN    "Task_Programs"       DB2

L      DBW [AR1,P#0.0]
T      DBW [AR2,P#0.0]

A(
L      #CONT3                 #CONT3
L      25
>=I
)
JC     F002

L      #CONT3                 #CONT3
L      1
+I
T      #CONT3                 #CONT3

L      #CONT1                 #CONT1
L      2
+I
T      #CONT1                 #CONT1

L      #CONT2                 #CONT2
L      2
+I
T      #CONT2                 #CONT2

JU     M002
F002: NOP 0
    
```

Рисунок Д.4 – Блок FC4

## Продолжение приложения Д

```

Network 1: Title:
  A "E3.2" I3.2 -- l.s. arm DOWN
  L S5T#3S
  SD "Cover_Low" T19

Network 2: Title:
  A "E3.0" I3.0 -- l.s. arm UP
  L S5T#3S
  SD "Cover_High" T20

Network 3: arm down
  A "E0.7" I0.7 -- arm DOWN
  A "M40.3" M40.3 -- tundish car consent
  AN "E1.2" I1.2 -- fault oil pump
  AN "A0.6" Q0.6 -- arm up
  = "A0.7" Q0.7 -- arm down

Network 4: arm up
  A(
  O "E0.6" I0.6 -- arm UP
  O "M40.2" M40.2 -- REMOTE ARM UP
  )
  AN "Cover_High" T20
  AN "E1.2" I1.2 -- fault oil pump
  AN "A0.7" Q0.7 -- arm down
  = "A0.6" Q0.6 -- arm up

Network 5: ls venturi work
  A "E5.6" I5.6 -- ls venturi work
  L S5T#3S
  SD "T25" T25 -- ls venturi work

Network 6: ls venturi rest
  A "E5.7" I5.7 -- ls venturi rest
  L S5T#3S
  SD "T26" T26 -- ls venturi rest

Network 7: venturi work position
  A "E5.4" I5.4 -- sel venturi work
  AN "T25" T25 -- ls venturi work
  AN "E1.2" I1.2 -- fault oil pump
  AN "A3.7" Q3.7 -- ev venturi rest
  = "A3.6" Q3.6 -- ev venturi work

Network 8: venturi rest position
  A "E5.5" I5.5 -- sel venturi rest
  AN "T26" T26 -- ls venturi rest
  AN "E1.2" I1.2 -- fault oil pump
  AN "A3.6" Q3.6 -- ev venturi work
  = "A3.7" Q3.7 -- ev venturi rest

Network 9: start venturi
  A(
  O "E5.0" I5.0 -- start venturi
  O "A2.4" Q2.4 -- venturi on
  )
  A "E5.1" I5.1 -- stop venturi
  AN "E5.3" I5.3 -- 7qf1 fault venturi
  A "E5.6" I5.6 -- ls venturi work
  = "A2.4" Q2.4 -- venturi on

Network 10: start oil pump
  A(
  A(
  O "A0.6" Q0.6 -- arm up
  O "A0.7" Q0.7 -- arm down
  O "A3.6" Q3.6 -- ev venturi work
  O "A3.7" Q3.7 -- ev venturi rest
  )
  L S5T#5S
  SF "Control_Unit" T14
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A "Control_Unit" T14
  )
  AN "E1.2" I1.2 -- fault oil pump
  = "A0.4" Q0.4 -- start oil pump
  
```

Рисунок Д.5 – Блок FC6

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

118

## Продолжение приложения Д

FC20 : Title:

Comment:

Network 1: Title:

```
CALL "READ_CLK"          SFC1          -- Read System Clock
RET_VAL:=#ErrorInt      #ErrorInt
CDT := "DateTime".Date_Time_SPS.DATE_TIME P#DB20.DBX0.0
NOP 0
```

Network 2: Title:

```
A "M9.0"                M9.0          -- SET TIME
JNB _001
CALL "SET_CLK"          SFC0          -- Set System Clock
PDT := "DateTime".Date_Time_SPS2.DATE_TIME P#DB20.DBX12.0
RET_VAL:=#ErrorInt      #ErrorInt
_001: NOP 0
```

Network 3: Title:

```
A "On"                  M202.1
R "M9.0"                M9.0          -- SET TIME
```

Рисунок Д.6 – Блок FC20

FC31 : Title:

Comment:

Network 1: START REGULATION

```
A "E70.0"                I70.0          -- REMOTE START REGULATION
A "M35.2"                M35.2          -- remote mode
= "M40.0"                M40.0          -- REM START REG
```

Network 2: STOP REG

```
A "E70.1"                I70.1          -- REMOTE STOP REGULATION
A "M35.2"                M35.2          -- remote mode
= "M40.1"                M40.1          -- REM STOP REG
```

Network 3: ARM UP

```
A "E70.2"                I70.2          -- REMOTE ARM UP
A "M35.2"                M35.2          -- remote mode
= "M40.2"                M40.2          -- REMOTE ARM UP
```

Network 4: tundish car consent

```
O "E70.3"                I70.3          -- tundish car consent
O "E2.6"                 I2.6           -- arm movement down consent from remot
= "M40.3"                M40.3          -- tundish car consent
```

Network 5: Title:

```
A "M35.2"                M35.2          -- remote mode
JNB _001
L "EW80"                 IW80           -- SET TEMP DA REMOTO
T "Data".SET_TEM_REMPB   DB1.DBW102     -- SET TEMPERATURA remote PB
_001: NOP 0
```

Рисунок Д.7 – Блок FC31

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

09.03.01.2018.594.00 ПЗ

Лист

119

## Продолжение приложения Д

☐ Network 1: EMERGENCY				
A	"M30.0"	M30.0		-- BIT ALARM
=	"A3.0"	Q3.0		-- remote emergency
=	"A70.0"	Q70.0		-- REMOTE EMERGENCY
☐ Network 2: HIGT TEMPERATURE				
A	"Allarmi".WO_BIT4	DB100.DBX1.4		-- ALL.13- HIGT TEMPERATURE
=	"A3.1"	Q3.1		-- remote high temp
=	"A70.1"	Q70.1		-- REMOTE HIGT TEMP
☐ Network 3: BURNER ON				
A	"Con_Perman"	M20.4		
=	"A3.2"	Q3.2		-- remote burners on
=	"A70.2"	Q70.2		-- REMOTE BURNER ON
☐ Network 4: arm in work position				
A	"E3.2"	I3.2		-- l.s. arm DOWN
=	"A3.4"	Q3.4		-- remote arm in low (WORK) pos
=	"A70.3"	Q70.3		-- REMOTE ARM IN WORK POSITION
☐ Network 5: remote arm in rest position				
A	"E3.0"	I3.0		-- l.s. arm UP
=	"A70.4"	Q70.4		-- REMOTE ARM IN REST POSITION
☐ Network 6: remote machine OK "READY"				
A	"Consent_Gen"	M20.2		
=	"A3.5"	Q3.5		-- remote machine OK
☐ Network 7: REMOTE=1 local=0				
A	"M35.2"	M35.2		-- remote mode
=	"A70.5"	Q70.5		-- REMOTE=1 local=0
☐ Network 8: burner fault				
A	"Allarmi".W1_BIT8	DB100.DBX2.0		-- ALL.17- FAULT BURNERS
=	"A70.6"	Q70.6		-- burner fault
☐ Network 9: manual mode				
A	"M35.0"	M35.0		-- manual mode
=	"A70.7"	Q70.7		-- manual mode
☐ Network 10: auto mode				
A	"M35.1"	M35.1		-- auto mode
=	"A71.0"	Q71.0		-- auto mode
☐ Network 11: arm in up and/or middle position				
O	"E3.0"	I3.0		-- l.s. arm UP
O	"E3.1"	I3.1		-- l.s. arm middle
=	"A3.3."	Q3.3		-- remote arm in middle/higt
=	"A71.1"	Q71.1		-- ARM IN MIDDLE POSITION
☐ Network 12: ACTUAL EMPEPERATURE				
L	"Data".ACT_Temp	DB1.DBW0		-- Current temperature
T	"AW80"	QW80		-- REMOTE ACTUAL TEMP
NOP	0			
☐ Network 13: feed back remote set point				
L	"Data".ACT_SET	DB1.DBW126		-- Set Attuale Temperatura
T	"AW82"	QW82		-- feedback setpoint temp.
NOP	0			

Рисунок Д.8 – Блок FC30

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		120

## Продолжение приложения Д

```

☐ Network 1: avviamento ventilatore
  A(
  A(
  O   "E0.4"           I0.4           -- start station
  O   "A0.3"           Q0.3           -- start blower
  )
  A(
  O   "M35.1"          M35.1          -- auto mode
  O   "M35.2"          M35.2          -- remote mode
  )
  O
  A   "MAN_BLOWER"    M60.0
  A   "M35.0"          M35.0          -- manual mode
  )
  AN  "E1.1"           I1.1           -- fault blower moto:
  A   "E0.0"           I0.0           -- aux on
  A(
  O   "E3.2"           I3.2           -- l.s. arm DOWN
  O   "M35.0"          M35.0          -- manual mode
  )
  A   "E0.5"           I0.5           -- stop station
  =   "A0.3"           Q0.3           -- start blower

☐ Network 2: cycle on
  A   "A0.3"           Q0.3           -- start blower
  A(
  AN  "Con_Perman"    M20.4
  A   "trigger_1,6s"  M200.6
  O   "Con_Perman"    M20.4
  )
  O   "E1.0"           I1.0           -- test lamp
  =   "A0.0"           Q0.0           -- cycle on

☐ Network 3: PORTA A ZERO COMANDI MANUALI
  ON  "E0.5"           I0.5           -- stop station
  O   "M35.1"          M35.1          -- auto mode
  O   "M35.2"          M35.2          -- remote mode
  R   "MAN_BLOWER"    M60.0
  R   "MAN_GAS"        M60.1
  R   "MAN_BR1"        M60.2
  R   "MAN_BR2"        M60.3
  R   "MAN_BR3"        M60.4
  R   "MAN_BR4"        M60.5
  R   "MAN_BR5"        M60.6
  R   "MAN_BR6"        M60.7

☐ Network 4: Consenso generale
  AN  "M29.0"          M29.0          -- HIGT TEMP
  AN  "M30.1"          M30.1          -- alarm bit fault bu
  A   "E1.6"           I1.6           -- blower motor on
  A   "E2.3"           I2.3           -- air pressure
  A   "E2.4"           I2.4           -- gas low pressure
  A   "E2.5"           I2.5           -- gas higt pressure
  A   "E3.2"           I3.2           -- l.s. arm DOWN
  =   "Consent_Gen"   M20.2

☐ Network 5: Prelavaggio in corso
  A   "Consent_Gen"    M20.2
  AN  "Prelav_Executed" M21.0
  =   "Prelav_in_Course" M21.1

☐ Network 6: OK apertura MTV per prelavaggio
  A   "Prelav_in_Course" M21.1
  A(
  O   "E3.4"           I3.4           -- l.s. air max
  O   "Prelav_Ap_OK"   M21.2
  )
  =   "Prelav_Ap_OK"   M21.2
  
```

Рисунок Д.9 – Блок FC40

## Продолжение приложения Д

```

Network 7 : Apertura Mv aria per prelavaggio
A "Prelav_in_Course" M21.1
AN "Prelav_Ap_OK" M21.2
= "Ap_Aria Prel" M21.3

Network 8 : Chiusura Mv aria per prelavaggio
A "Prelav_in_Course" M21.1
A "Prelav_Ap_OK" M21.2
AN "E3.3" I3.3 -- l.s. air min
= "Ch_AriaPrel" M21.4

Network 9 : Prelavaggio eseguito
A "Prelav_in_Course" M21.1
A "Prelav_Ap_OK" M21.2
A "E3.3" I3.3 -- l.s. air min
S "Prelav_Executed" M21.0

Network 10 : Reset prelavaggio eseguito
AN "Consent_Gen" M20.2
R "Prelav_Executed" M21.0

Network 11 : Run controllo tenuta
A(
O "M35.1" M35.1 -- auto mode
O "M35.2" M35.2 -- remote mode
O
A "M35.0" M35.0 -- manual mode
A "MAN_GAS" M60.1
)
A "Prelav_Executed" M21.0
A "Consent_Gen" M20.2
S "A2.0" Q2.0 -- tightness contro

Network 12 : Stop controllo tenuta
ON "A0.3" Q0.3 -- start blower
O
A "M35.0" M35.0 -- manual mode
AN "MAN_GAS" M60.1
R "A2.0" Q2.0 -- tightness contro

Network 13 : ***** Consenso Accensione *****
A "Consent_Gen" M20.2
A "E2.2" I2.2 -- tightness positi
A "Prelav_Executed" M21.0
A "On" M202.1
A "E3.2" I3.2 -- l.s. arm DOWN
= "Consent_Acc" M20.3

Network 14 : start main gas
A "Consent_Acc" M20.3
A "Consent_Gen" M20.2
A "E2.2" I2.2 -- tightness positi
= "A1.0" Q1.0 -- start main gas

Network 15 : tempo scarica
A "A1.1" Q1.1 -- start burner 1
AN "E4.0" I4.0 burner 1 on
O
A "A1.2" Q1.2 -- start burner 2
AN "E4.1" I4.1 burner 2 on
O
A "A1.3" Q1.3 -- start burner 3
AN "E4.2" I4.2 burner 3 on
O
A "A1.4" Q1.4 -- start burner 4
AN "E4.3" I4.3 burner 4 on
O
A "A1.5" Q1.5 -- start burner 5
AN "E4.4" I4.4 burner 5 on
O
A "A1.6" Q1.6 -- start burner 6
AN "E4.5" I4.5 burner 6 on
= L 0.0
A L 0.0
L SST#SS
SD T 10
NOP 0
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A L 0.0
A T 10

```

Рисунок Д.10 – Блок FC40



## Продолжение приложения Д

### Network 16 : Accensione bruciatore 1

```

A(
O   "M35.1"           M35.1           -- auto mode
O   "M35.2"           M35.2           -- remote mode
O
A   "M35.0"           M35.0           -- manual mode
A   "MAN_BR1"         M60.2
)
A   "Consent_Acc"     M20.3
A(
O   "E3.3"            I3.3            -- l.s. air min
O   "E4.0"            I4.0            -- burner 1 on
)
=   "A1.1"            Q1.1            -- start burner 1

```

### Network 17 : accensione bruciatore 2

```

A(
A(
O   "M35.1"           M35.1           -- auto mode
O   "M35.2"           M35.2           -- remote mode
)
A   "E4.0"            I4.0            -- burner 1 on
O
A   "M35.0"           M35.0           -- manual mode
A   "MAN_BR2"         M60.3
A(
A   "MAN_BR1"         M60.2
A   "E4.0"            I4.0            -- burner 1 on
ON  "MAN_BR1"         M60.2
)
)
A   "Consent_Acc"     M20.3
A(
O   "E3.3"            I3.3            -- l.s. air min
O   "E4.1"            I4.1            -- burner 2 on
)
L   SST#5S
SD  T      22
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A   T      22
=   "A1.2"            Q1.2            -- start burner 2

```

### Network 18 : accensione bruciatore 3

```

A(
A(
O   "M35.1"           M35.1           -- auto mode
O   "M35.2"           M35.2           -- remote mode
)
A   "E4.1"            I4.1            -- burner 2 on
O
A   "M35.0"           M35.0           -- manual mode
A   "MAN_BR3"         M60.4
A(
A   "MAN_BR1"         M60.2
A   "E4.0"            I4.0            -- burner 1 on
ON  "MAN_BR1"         M60.2
)
)
A(
A   "MAN_BR2"         M60.3
A   "E4.1"            I4.1            -- burner 2 on
ON  "MAN_BR2"         M60.3
)
)
A   "Consent_Acc"     M20.3
A(
O   "E3.3"            I3.3            -- l.s. air min
O   "E4.2"            I4.2            -- burner 3 on
)
L   SST#5S
SD  T      23
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A   T      23
=   "A1.3"            Q1.3            -- start burner 3

```

Рисунок Д.11 – Блок FC40

## Продолжение приложения Д

```

❑ Network 19 : accensione bruciatore 4
  A(
  A(
  O "M35.1" M35.1 -- auto mode
  O "M35.2" M35.2 -- remote mode
  )
  A "E4.2" I4.2 -- burner 3 on
  O
  A "M35.0" M35.0 -- manual mode
  A "MAN_BR4" M60.5
  A(
  A "MAN_BR1" M60.2
  A "E4.0" I4.0 -- burner 1 on
  ON "MAN_BR1" M60.2
  )
  A(
  A "MAN_BR2" M60.3
  A "E4.1" I4.1 -- burner 2 on
  ON "MAN_BR2" M60.3
  )
  A(
  A "MAN_BR3" M60.4
  A "E4.2" I4.2 -- burner 3 on
  ON "MAN_BR3" M60.4
  )
  )
  A "Consent_Acc" M20.3
  A(
  O "E3.3" I3.3 -- l.s. air min
  O "E4.3" I4.3 -- burner 4 on
  )
  L S5T#5S
  SD T 24
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A T 24
  = "A1.4" Q1.4 -- start burner 4
❑ Network 20 : accensione bruciatore 5
  A(
  A(
  O "M35.1" M35.1 -- auto mode
  O "M35.2" M35.2 -- remote mode
  )
  A "E4.3" I4.3 -- burner 4 on
  O
  A "M35.0" M35.0 -- manual mode
  A "MAN_BR5" M60.6
  A(
  A "MAN_BR1" M60.2
  A "E4.0" I4.0 -- burner 1 on
  ON "MAN_BR1" M60.2
  )
  A(
  A "MAN_BR2" M60.3
  A "E4.1" I4.1 -- burner 2 on
  ON "MAN_BR2" M60.3
  )
  A(
  A "MAN_BR3" M60.4
  A "E4.2" I4.2 -- burner 3 on
  ON "MAN_BR3" M60.4
  )
  A(
  A "MAN_BR4" M60.5
  A "E4.3" I4.3 -- burner 4 on
  ON "MAN_BR4" M60.5
  )
  )
  A "Consent_Acc" M20.3
  A(
  O "E3.3" I3.3 -- l.s. air min
  O "E4.4" I4.4 -- burner 5 on
  )
  L S5T#5S
  SD T 27
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A T 27
  = "A1.5" Q1.5 -- start burner 5

```

Рисунок Д.12 – Блок FC40

					09.03.01.2018.594.00 ПЗ	Лист 124
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## Продолжение приложения Д

```

Network 21 : accensione bruciatore 6
A(
A(
O "M35.1" M35.1 -- auto mode
O "M35.2" M35.2 -- remote mode
)
A "E4.4" I4.4 -- burner 5 on
O
A "M35.0" M35.0 -- manual mode
A "MAN_BR6" M60.7
A(
A "MAN_BR1" M60.2
A "E4.0" I4.0 -- burner 1 on
ON "MAN_BR1" M60.2
)
A(
A "MAN_BR2" M60.3
A "E4.1" I4.1 -- burner 2 on
ON "MAN_BR2" M60.3
)
A(
A "MAN_BR3" M60.4
A "E4.2" I4.2 -- burner 3 on
ON "MAN_BR3" M60.4
)
A(
A "MAN_BR4" M60.5
A "E4.3" I4.3 -- burner 4 on
ON "MAN_BR4" M60.5
)
A(
A "MAN_BR5" M60.6
A "E4.4" I4.4 -- burner 5 on
ON "MAN_BR5" M60.6
)
)
A "Consent_Acc" M20.3
A(
O "E3.3" I3.3 -- l.s. air min
O "E4.5" I4.5 -- burner 6 on
)
L S5T#5S
SD T 28
NOP 0
NOP 0
NOP 0
A T 28
= "A1.6" Q1.6 -- start burner 6

Network 22 : Reset Bruciatori
A "M31.0" M31.0 -- reset allarm
= "A2.7" Q2.7 -- reset burners

```

Рисунок Д.13 – Блок FC40

## Продолжение приложения Д

□ Network 1: Step 1		
A	"Start_Recipe"	M22.4
A	"M35.1"	M35.1
S	"Run_Step 1"	M24.0
R	"Start_Recipe"	M22.4
□ Network 2: Step 2		
A	"Run_Step 1"	M24.0
A	"End_Step 1"	M25.0
S	"Run_Step 2"	M24.1
R	"Run_Step 1"	M24.0
R	"End_Step 1"	M25.0
□ Network 3: Step 3		
A	"Run_Step 2"	M24.1
A	"End_Step 2"	M25.1
S	"Run_Step 3"	M24.2
R	"Run_Step 2"	M24.1
R	"End_Step 2"	M25.1
□ Network 4: Step 4		
A	"Run_Step 3"	M24.2
A	"End_Step 3"	M25.2
S	"Run_Step 4"	M24.3
R	"Run_Step 3"	M24.2
R	"End_Step 3"	M25.2
□ Network 5: Step 5		
A	"Run_Step 4"	M24.3
A	"End_Step 4"	M25.3
S	"Run_Step 5"	M24.4
R	"Run_Step 4"	M24.3
R	"End_Step 4"	M25.3
□ Network 6: Step 6		
A	"Run_Step 5"	M24.4
A	"End_Step 5"	M25.4
S	"Run_Step 6"	M24.5
R	"Run_Step 5"	M24.4
R	"End_Step 5"	M25.4
□ Network 7: Step 7		
A	"Run_Step 6"	M24.5
A	"End_Step 6"	M25.5
S	"Run_Step 7"	M24.6
R	"Run_Step 6"	M24.5
R	"End_Step 6"	M25.5
□ Network 8: Step 8		
A	"Run_Step 7"	M24.6
A	"End_Step 7"	M25.6
S	"Run_Step 8"	M24.7
R	"Run_Step 7"	M24.6
R	"End_Step 7"	M25.6
□ Network 9: Fine ciclo		
A	"Run_Step 8"	M24.7
A	"End_Step 8"	M25.7
R	"Run_Step 8"	M24.7
R	"End_Step 8"	M25.7
R	"Regulation_on"	M22.1
□ Network 10: Title:		
A	"Run_Step 8"	M24.7
A	"End_Step 8"	M25.7
R	"Reset progress"	M22.6

Рисунок Д.14 – Блок FC42

## Продолжение приложения Д

### □ Network 1: Chiusura Aria

```

A(
A   "Consent_Reg"           M22.2           -- Se 0=Pausa
A   "DB_Reg_PID".QLMNDN    DB40.DBX20.1   -- manipulated signal down
O   "Ch_AriaPrel"          M21.4
O
AN  "Consent_Reg"           M22.2           -- Se 0=Pausa
AN  "Prelav_in_Course"     M21.1
AN  "M61.2"                 M61.2           -- open air manual
O
A   "Prelav_Executed"      M21.0
AN  "E4.0"                  I4.0            -- burner 1 on
AN  "E4.1"                  I4.1            -- burner 2 on
AN  "E4.2"                  I4.2            -- burner 3 on
AN  "E4.3"                  I4.3            -- burner 4 on
)
AN  "E3.3"                  I3.3            -- l.s. air min
=   "A2.2"                  Q2.2            -- closed air valve

```

### □ Network 2: apre valvola manuale

```

AN  "E0.3"                  I0.3            -- man auto
AN  "Consent_Reg"           M22.2           -- Se 0=Pausa
A   "Prelav_Executed"      M21.0
A   "MAN_OPEN_AIR"         M61.0
AN  "MAN_CLOSED_AIR"       M61.1
AN  "Ch_AriaPrel"          M21.4
=   "M61.2"                 M61.2           -- open air manual

```

### □ Network 3: Apertura Aria

```

A(
A   "Consent_Reg"           M22.2           -- Se 0=Pausa
A   "DB_Reg_PID".QLMNUP    DB40.DBX20.0   -- manipulated signal up
O   "Ap_Aria Prel"         M21.3
O   "M61.2"                 M61.2           -- open air manual
)
AN  "A2.2"                  Q2.2            -- closed air valve
AN  "E3.4"                  I3.4            -- l.s. air max
=   "A2.1"                  Q2.1            -- open air valve

```

### □ Network 4: Apertura Gas

```

A   "Consent_Reg"           M22.2           -- Se 0=Pausa
A   "Excess_gas"           M42.1
=   "A2.3"                  Q2.3            -- open gas valve

```

Рисунок Д.15 – Блок FC43

## Продолжение приложения Д

```

Network 1: ALL.1- FAULT BLOWER MOTOR 6QF1
  A(
  O  "E1.1"                I1.1          -- fault blower motor
  O  "Allarmi".W0_BIT8     DB100.DBX0.0 -- ALL.1- FAULT BLOWER MOTOR 6QF1
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT8     DB100.DBX0.0 -- ALL.1- FAULT BLOWER MOTOR 6QF1

Network 2: ALL.2- FAULT OIL PUMP
  A(
  O  "E1.2"                I1.2          -- fault oil pump
  O  "Allarmi".W0_BIT9     DB100.DBX0.1 -- ALL.2- FAULT OIL PUMP
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT9     DB100.DBX0.1 -- ALL.2- FAULT OIL PUMP

Network 3: ALL.3- SPARE
  A  "Off"                  M202.0
  =  "Allarmi".W0_BIT10    DB100.DBX0.2 -- ALL.3- SPARE

Network 4: ALL.4- FAULT AUX 220VAC 5QF3
  A(
  ON "E1.4"                I1.4          -- fault aux 230vac
  O  "Allarmi".W0_BIT11    DB100.DBX0.3 -- ALL.4 FAULT AUX 220VAC 5QF3
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT11    DB100.DBX0.3 -- ALL.4- FAULT AUX 220VAC 5QF3

Network 5: ALL.5- FAULT AUX 24VDC 5QF4 5QF5
  A(
  ON "E1.5"                I1.5          -- fault aux 24vdc
  O  "Allarmi".W0_BIT12    DB100.DBX0.4 -- ALL.5- FAULT AUX 24VDC 5QF4 5QF5
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT12    DB100.DBX0.4 -- ALL.5- FAULT AUX 24VDC 5QF4 5QF5

Network 6: ALL.6- TIGHTNESS NEGATIVE
  A(
  O  "E2.1"                I2.1          -- tightness negative
  O  "Allarmi".W0_BIT13    DB100.DBX0.5 -- ALL.6- TIGHTNESS NEGATIVE
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT13    DB100.DBX0.5 -- ALL.6- TIGHTNESS NEGATIVE

Network 7: ALL.7- LOW AIR PRESSURE
  A(
  O(
  AN "E2.3"                I2.3          -- air pressure
  A  "E1.6"                I1.6          -- blower motor on
  L  S5T#7S
  SD "Air Line"           T12
  NOP 0
  NOP 0
  NOP 0
  A  "Air_Line"           T12
  )
  O  "Allarmi".W0_BIT14    DB100.DBX0.6 -- ALL.7- LOW AIR PRESSURE
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT14    DB100.DBX0.6 -- ALL.7- LOW AIR PRESSURE

Network 8: ALL.8- LOW GAS PRESSURE
  A(
  ON "E2.4"                I2.4          -- gas low pressure
  O  "Allarmi".W0_BIT15    DB100.DBX0.7 -- ALL.8- LOW GAS PRESSURE
  )
  AN "M31.0"               M31.0        -- reset allarm
  =  "Allarmi".W0_BIT15    DB100.DBX0.7 -- ALL.8- LOW GAS PRESSURE

```

Рисунок Д.16 – Блок FC100

## Продолжение приложения Д

### Network 9 : ALL.9- HIGT GAS PRESSURE

```

A(
ON   "E2.5"           I2.5           -- gas higt pressure
O    "Allarmi".W0_BIT0 DB100.DBX1.0  -- ALL.9- HIGT GAS PRESSURE
)
AN   "M31.0"         M31.0         -- reset allarm
=    "Allarmi".W0_BIT0 DB100.DBX1.0  -- ALL.9- HIGT GAS PRESSURE

```

### Network 10 : ALL.10- LOW OIL LEVEL

```

A(
ON   "E2.7"           I2.7           -- OIL LEVEL
O    "Allarmi".W0_BIT1 DB100.DBX1.1  -- ALL.10- LOW OIL LEVEL
)
AN   "M31.0"         M31.0         -- reset allarm
=    "Allarmi".W0_BIT1 DB100.DBX1.1  -- ALL.10- LOW OIL LEVEL

```

### Network 11 : ALL.11- SPARE

```

A    "Off"           M202.0
=    "Allarmi".W0_BIT2 DB100.DBX1.2  -- ALL.11- SPARE

```

### Network 12 : ALL.12- AUX OFF

```

AN   "E0.0"         I0.0           -- aux on
=    "Allarmi".W0_BIT3 DB100.DBX1.3  -- ALL.12- AUX OFF

```

### Network 13 : ALL.13- HIGT TEMPERATURE

```

A(
O    "M29.0"         M29.0         -- HIGT TEMP
O    "Allarmi".W0_BIT4 DB100.DBX1.4  -- ALL.13- HIGT TEMPERATURE
)
AN   "M31.0"         M31.0         -- reset allarm
=    "Allarmi".W0_BIT4 DB100.DBX1.4  -- ALL.13- HIGT TEMPERATURE

```

### Network 14 : ALL.14- FAULT VENTURI

```

A(
O    "E5.3"           I5.3           -- 7qf1 fault venturi
O    "Allarmi".W0_BIT5 DB100.DBX1.5  -- ALL.14- FAULT VENTURI
)
AN   "M31.0"         M31.0         -- reset allarm
=    "Allarmi".W0_BIT5 DB100.DBX1.5  -- ALL.14- FAULT VENTURI

```

### Network 15 : ALL.15- SPARE

```

A    "Off"           M202.0
=    "Allarmi".W0_BIT6 DB100.DBX1.6  -- ALL.15- SPARE

```

### Network 16 : ALL.16- SPARE

```

A    "Off"           M202.0
=    "Allarmi".W0_BIT7 DB100.DBX1.7  -- ALL.16- SPARE

```

### Network 17 : ALL.17- FAULT BURNERS

```

A(
O    "E4.6"           I4.6           -- fault burner
O    "Allarmi".W1_BIT8 DB100.DBX2.0  -- ALL.17- FAULT BURNERS
)
AN   "M31.0"         M31.0         -- reset allarm
=    "Allarmi".W1_BIT8 DB100.DBX2.0  -- ALL.17- FAULT BURNERS

```

### Network 18 : ALL.18- SPARE

```

A    "Off"           M202.0
=    "Allarmi".W1_BIT9 DB100.DBX2.1  -- ALL.18- SPARE

```

### Network 19 : ALL.19- SPARE

```

A    "Off"           M202.0
=    "Allarmi".W1_BIT10 DB100.DBX2.2  -- ALL.19- SPARE

```

Рисунок Д.17 – Блок FC100

## Продолжение приложения Д

```

Network 20 : ALL.20- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT11      M202.0
                                       DB100.DBX2.3      -- ALL.20- SPARE

Network 21 : ALL.21- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT12      M202.0
                                       DB100.DBX2.4      -- ALL.21- SPARE

Network 22 : ALL.22- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT13      M202.0
                                       DB100.DBX2.5      -- ALL.22- SPARE

Network 23 : ALL.23- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT14      M202.0
                                       DB100.DBX2.6      -- ALL.23- SPARE

Network 24 : ALL.24- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT15      M202.0
                                       DB100.DBX2.7      -- ALL.24- SPARE

Network 25 : ALL.25 SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT0       M202.0
                                       DB100.DBX3.0      -- ALL.25- SPARE

Network 26 : ALL.26- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT1       M202.0
                                       DB100.DBX3.1      -- ALL.26- SPARE

Network 27 : ALL.27- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT2       M202.0
                                       DB100.DBX3.2      -- ALL.27- SPARE

Network 28 : ALL.28- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT3       M202.0
                                       DB100.DBX3.3      -- ALL.28- SPARE

Network 29 : ALL.29- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT4       M202.0
                                       DB100.DBX3.4      -- ALL.29- SPARE

Network 30 : ALL.30- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT5       M202.0
                                       DB100.DBX3.5      -- ALL.30- SPARE
Network 31 : ALL.31- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT6       M202.0
                                       DB100.DBX3.6      -- ALL.31- SPARE

Network 32 : ALL.32- SPARE
  A      "Off"
  =      "Allarmi".W1_BIT7       M202.0
                                       DB100.DBX3.7      -- ALL.32- SPARE

Network 33 : Trasferimento bit di allarme
  A      "On"
  =      L      24.0
  A      L      24.0
  JNB   _001
  L     DB100.DBW  0
  T     #wordAllarmi_A1      #wordAllarmi_A1
_001: NOP  0
  A      L      24.0
  JNB   _002
  L     DB100.DBW  2
    
```

Рисунок Д.18 – Блок FC100



## Продолжение приложения Д

```

☐ Network 34 : Eseguo l'or esclusivo
    A    "On"                                M202.1
    =    L    24.0
    A    L    24.0
    JNB  _003
    L    #wordAllarmi_A1                    #wordAllarmi_A1
    L    "Allarmi".Memo_A                  DB100.DBW10
    XOW
    T    #wordAllarmi_A2                    #wordAllarmi_A2
_003: NOP 0
    A    L    24.0
    JNB  _004
    L    #wordAllarmi_B1                    #wordAllarmi_B1
    L    "Allarmi".Memo_B                  DB100.DBW12
    XOW
    T    #wordAllarmi_B2                    #wordAllarmi_B2
_004: NOP 0

☐ Network 35 : Controllo i bit variati
    A    "On"                                M202.1
    =    L    24.0
    A    L    24.0
    JNB  _005
    L    #wordAllarmi_A1                    #wordAllarmi_A1
    L    #wordAllarmi_A2                    #wordAllarmi_A2
    AW
    T    #wordAllarmi_A2                    #wordAllarmi_A2
_005: NOP 0
    A    L    24.0
    JNB  _006
    L    #wordAllarmi_B1                    #wordAllarmi_B1
    L    #wordAllarmi_B2                    #wordAllarmi_B2
    AW
    T    #wordAllarmi_B2                    #wordAllarmi_B2
_006: NOP 0

☐ Network 36 : Flag di rilievo nuovi allarmi
    A    "On"                                M202.1
    =    L    24.0
    A(
    A    L    24.0
    JNB  _007
    L    #wordAllarmi_A2                    #wordAllarmi_A2
    T    #word_A_Int                        #word_A_Int
    SET
    SAVE
    CLR
_007: A    BR
    )
    A(
    L    #word_A_Int                        #word_A_Int
    L    0
    <>I
    )
    =    #nuovoAllarme_A                    #nuovoAllarme_A
    A(
    A    L    24.0
    JNB  _008
    L    #wordAllarmi_B2                    #wordAllarmi_B2
    T    #word_B_Int                        #word_B_Int
    SET
    SAVE
    CLR
_008: A    BR
    )
    A(
    L    #word_B_Int                        #word_B_Int
    L    0
    <>I
    )
    =    #nuovoAllarme_B                    #nuovoAllarme_B

```

Рисунок Д.19 – Блок FC100

## Продолжение приложения Д

```

Network 1 : Title:
A      "trigger_0,1s"      M200.0
FP     "AuxFds0"          M180.0
=      "Fds_0,2s"        M201.0

Network 2 : Title:
A      "trigger_0,2s"      M200.1
FP     "AuxFds1"          M180.1
=      "Fds_0,4s"        M201.1

Network 3 : Title:
A      "trigger_0,4s"      M200.2
FP     "AuxFds2"          M180.2
=      "Fds_0,8s"        M201.2

Network 4 : Title:
A      "trigger_0,5s"      M200.3
FP     "AuxFds3"          M180.3
=      "Fds_1s"          M201.3

Network 5 : Title:
A      "trigger_0,8s"      M200.4
FP     "AuxFds4"          M180.4
=      "Fds_1,6s"        M201.4

Network 6 : Title:
A      "trigger_1s"        M200.5
FP     "AuxFds5"          M180.5
=      "Fds_2s"          M201.5

Network 7 : Title:
A      "trigger_1,6s"      M200.6
FP     "AuxFds6"          M180.6
=      "Fds_3,2s"        M201.6

Network 8 : Title:
A      "trigger_2s"        M200.7
FP     "AuxFds7"          M180.7
=      "Fds_4s"          M201.7

Network 9 : Title:
AN     "Trigger_cycle_CPU" M202.2
=      "Trigger_cycle_CPU" M202.2

Network 10 : Title:
SET
R      "Off"              M202.0
S      "On"               M202.1

Network 11 : SCAN
L      "DWord_rotation"   MD204
RLD    1
T      "DWord_rotation"   MD204
L      0
<>D
JC     M011
S      M      206.0
M011: NOP 0
    
```

Рисунок Д.20 – Блок FC200

## Продолжение приложения Д

□ Network 1: // Effettua rampa positiva

```
L   #SP_ATT           #SP_ATT
L   #SP_IMP           #SP_IMP
<I
JC  M001
```

□ Network 2: // Effettua rampa negativa

```
L   #SP_ATT           #SP_ATT
L   #SP_IMP           #SP_IMP
>I
JC  M002
```

□ Network 3: Non effettua nessuna rampa

```
JU  M004
```

□ Network 4: Effettua rampa

Incremento

```
M001: L   #SP_ATT           #SP_ATT
      L   #KG               #KG
      +I
      T   #SP_ATT           #SP_ATT

      L   #SP_ATT           #SP_ATT
      L   #SP_IMP           #SP_IMP
      <=I
      JC  M004
```

```
L   #SP_IMP           #SP_IMP
T   #SP_ATT           #SP_ATT
JU  M004
```

```
M002: L   #SP_ATT           #SP_ATT
      L   #KG               #KG
      -I
      T   #SP_ATT           #SP_ATT

      L   #SP_ATT           #SP_ATT
      L   #SP_IMP           #SP_IMP
      >=I
      JC  M004
```

```
L   #SP_IMP           #SP_IMP
T   #SP_ATT           #SP_ATT
```

```
M004: NOP  0
```

Рисунок Д.21 – Блок FC850

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

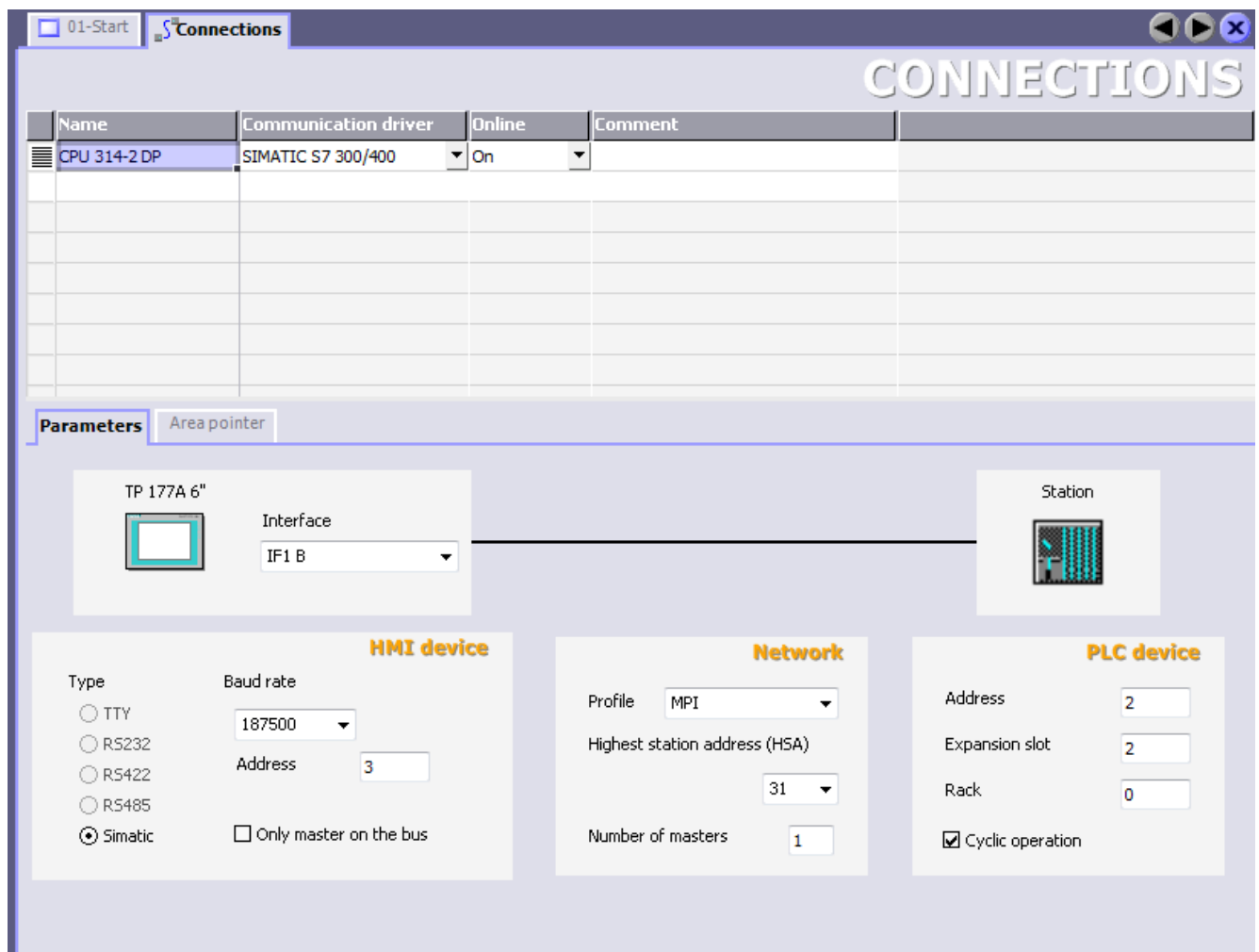


Рисунок Е.1 – Настройка связи сенсорной панели с контроллером

## Продолжение приложения Е

Name	Connection	Data ty...	Address	Array elements	Acquisition cycle
M35.2	CPU 314-...	Bool	M 35.2	1	1 s
M35.3	CPU 314-2 DP	Bool	M 35.3	1	1 s
M35.4	CPU 314-2 DP	Bool	M 35.4	1	1 s
M36.0	CPU 314-2 DP	Bool	M 36.0	1	1 s
M36.1	CPU 314-2 DP	Bool	M 36.1	1	1 s
M39.0	CPU 314-2 DP	Bool	M 39.0	1	1 s
M39.1	CPU 314-2 DP	Bool	M 39.1	1	1 s
M40.0	CPU 314-2 DP	Bool	M 40.0	1	1 s
MAN BLOWER	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.0	1	1 s
MAN CT GAS	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.1	1	1 s
MAN BR 1	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.2	1	1 s
MAN BR 2	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.3	1	1 s
MAN BR 3	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.4	1	1 s
MAN BR 4	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.5	1	1 s
MAN BR 5	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.6	1	1 s
MAN BR 6	CPU 314-2 DP	Bool	M 60.7	1	1 s
MAN OPEN AIR	CPU 314-2 DP	Bool	M 61.0	1	1 s
MAN CLOSED AIR	CPU 314-2 DP	Bool	M 61.1	1	1 s
SetClockOP	CPU 314-2 DP	Bool	M 9.0	1	1 s
mode_regulation	CPU 314-2 DP	Byte	MB 28	1	1 s
status mode	CPU 314-2 DP	Byte	MB 35	1	1 s
MB8	CPU 314-2 DP	Byte	MB 8	1	1 s
Step_ON_Ess_SX_INT	CPU 314-2 DP	Word	MW 50	1	1 s
pam	CPU 314-2 DP	Word	PKW 100	1	1 s
A0.3	CPU 314-2 DP	Bool	Q 0.3	1	1 s
A1.0	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.0	1	1 s
A1.1	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.1	1	1 s
A1.2	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.2	1	1 s
A1.3	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.3	1	1 s
A1.4	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.4	1	1 s
A1.5	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.5	1	1 s
A1.6	CPU 314-2 DP	Bool	Q 1.6	1	1 s
A2.1	CPU 314-2 DP	Bool	Q 2.1	1	1 s

Рисунок Е.2 – Настройка тегов

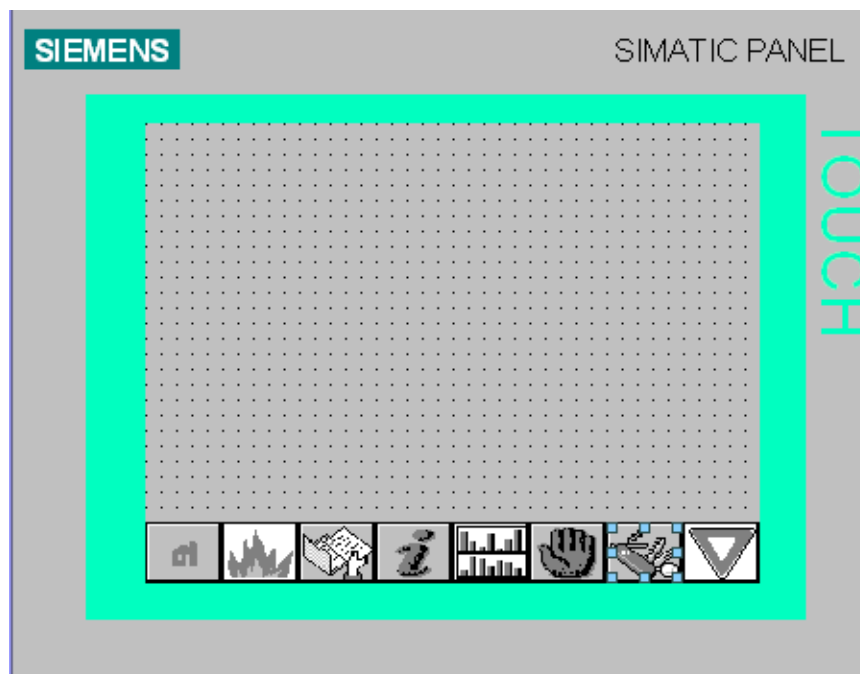


Рисунок Д.3 – Шаблон с кнопками переключения между экранами

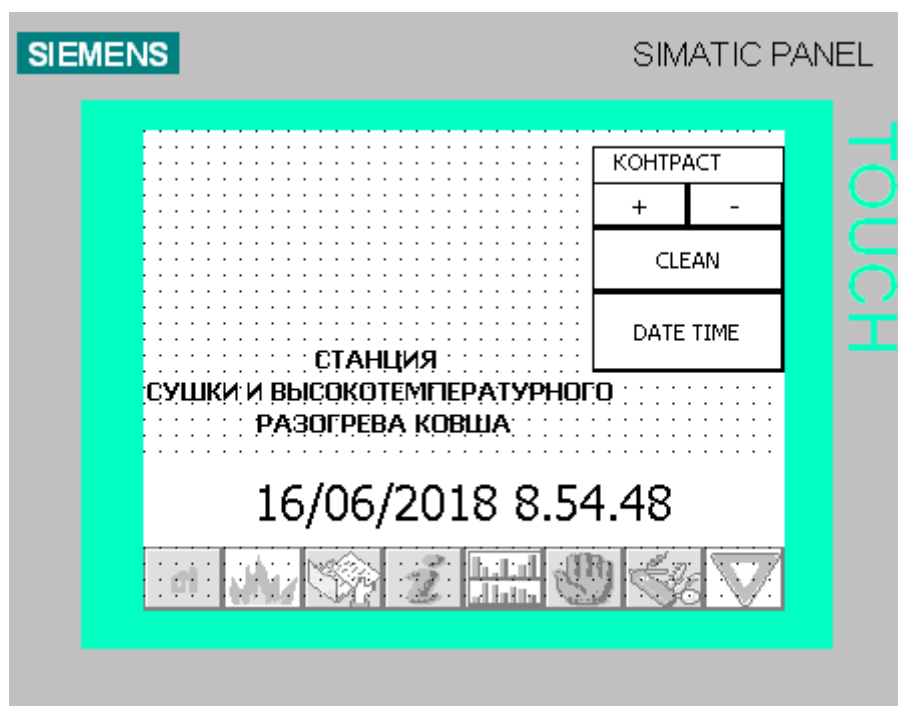


Рисунок Д.4 – Начальный экран

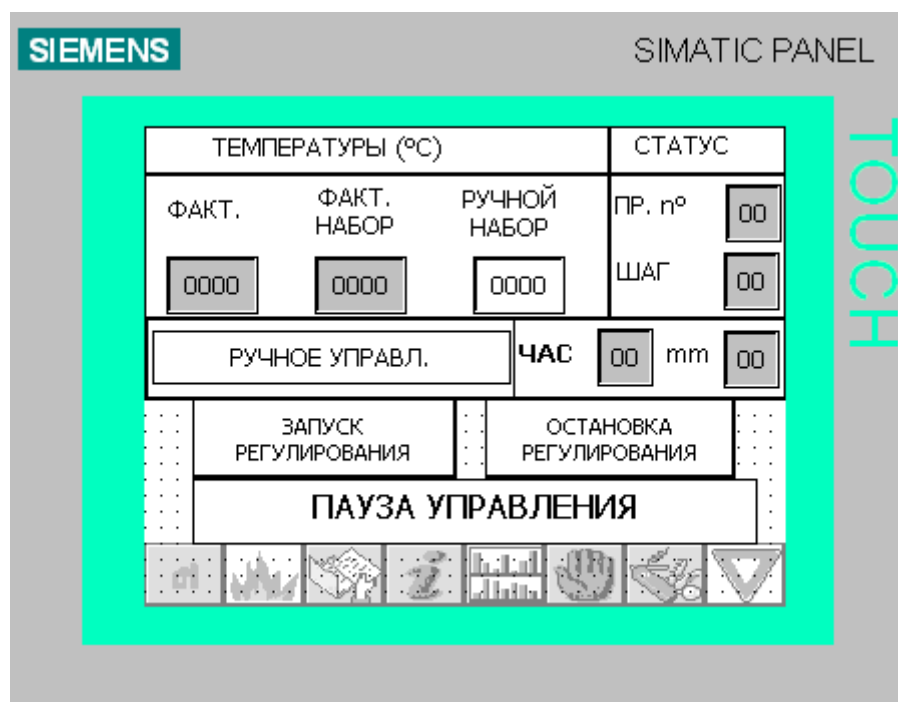


Рисунок Д.5 – экран ручного управления

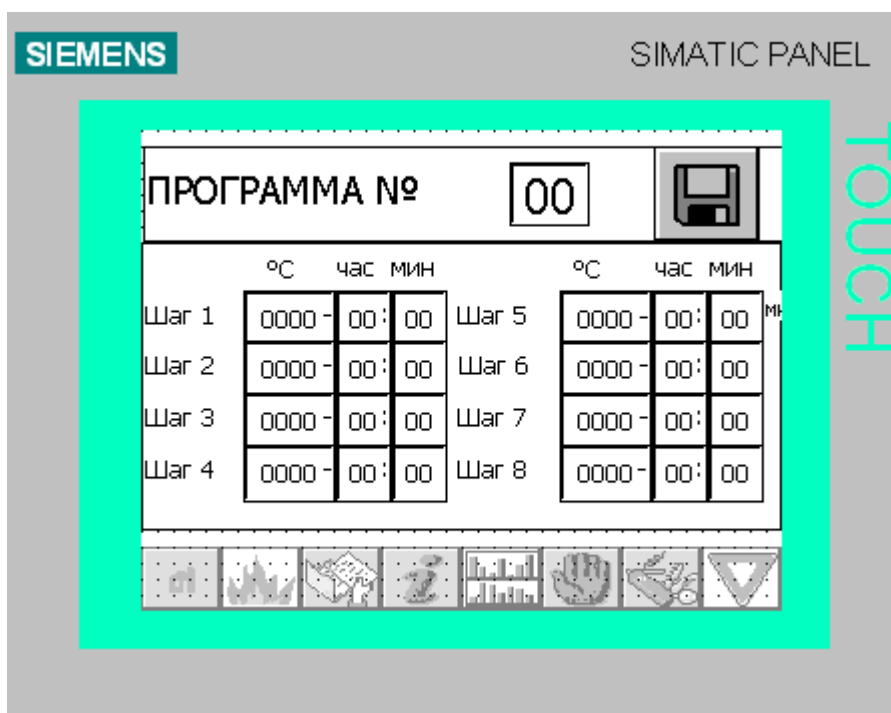


Рисунок Д.5 – Экран настройки программ сушки

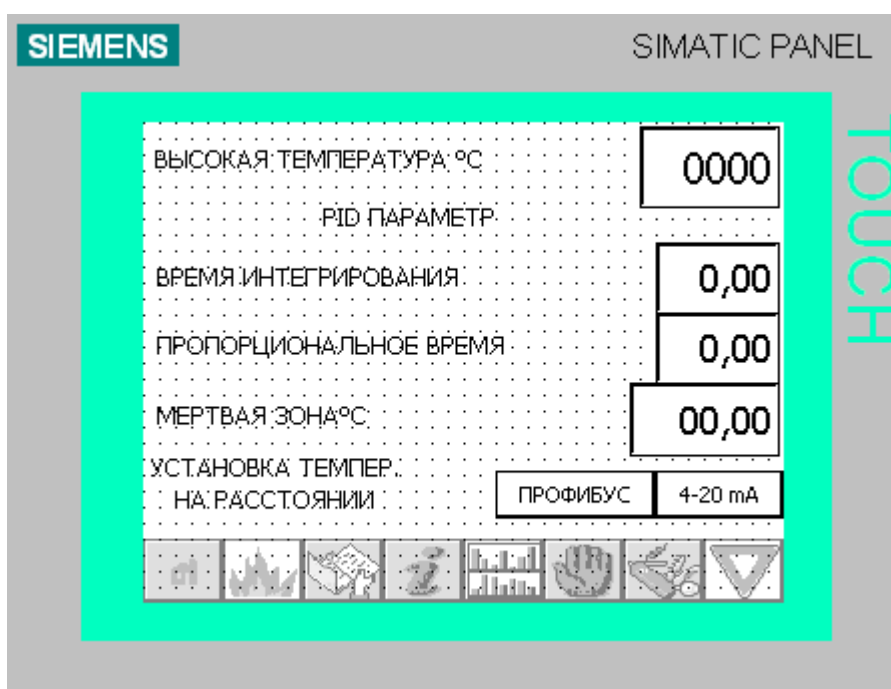


Рисунок Д.6 – Экран настройки параметров регулирования температуры

Продолжение приложения Е

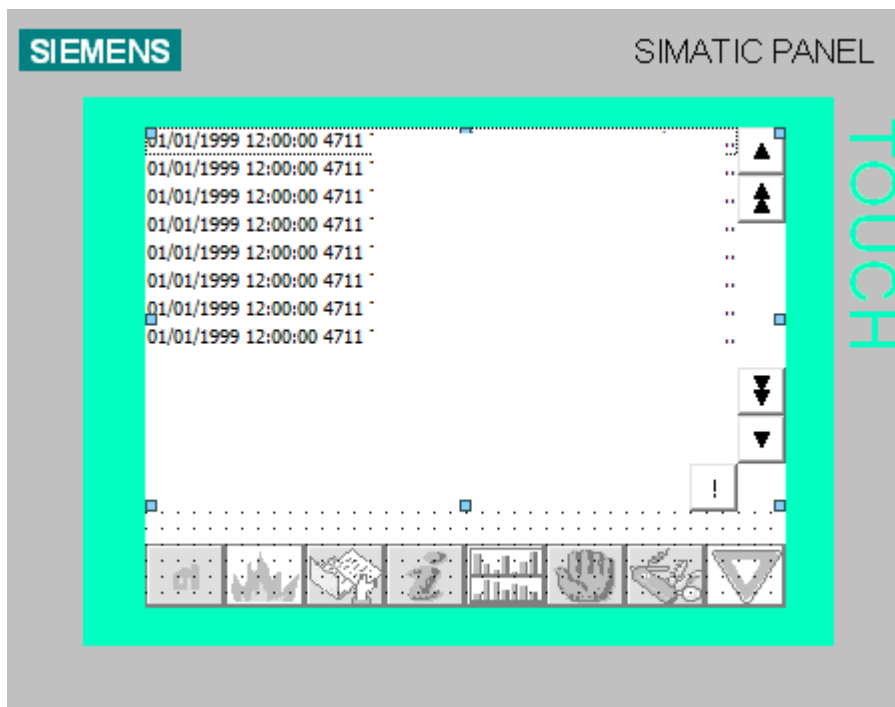


Рисунок Д.7 – Экран вывода ошибок

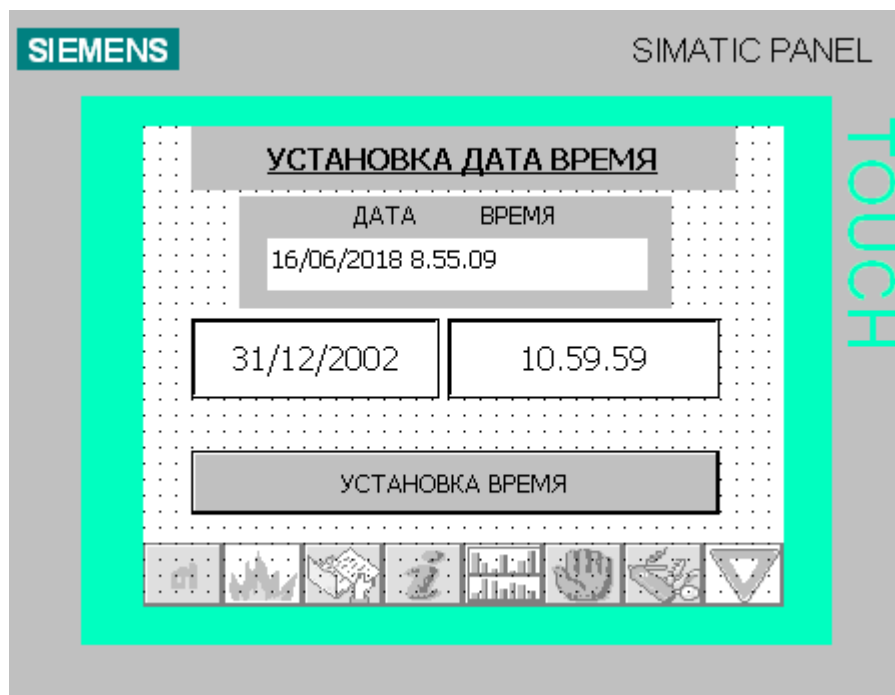


Рисунок Д.8 – Экран установки даты



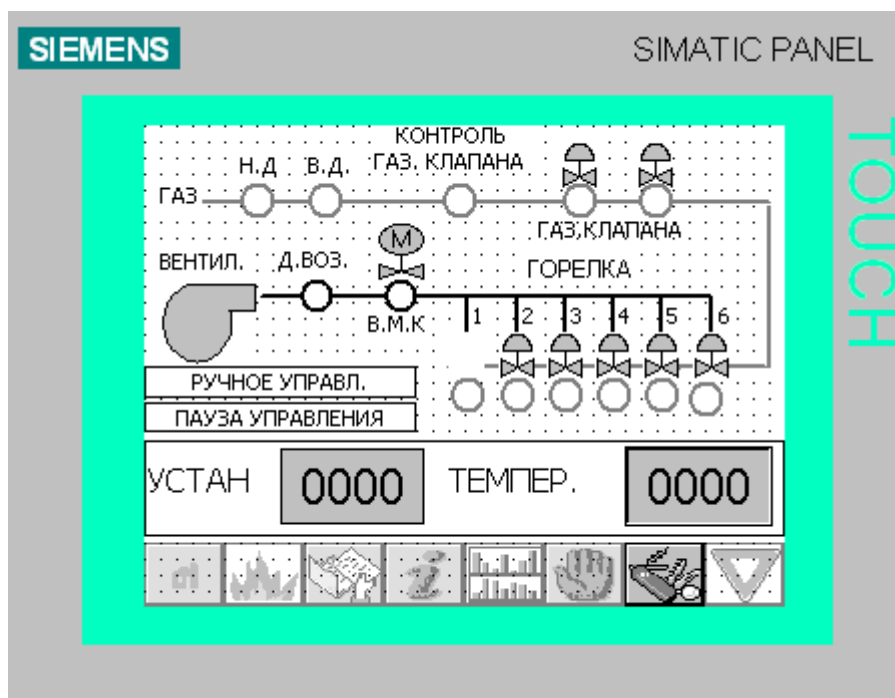


Рисунок Д.9 – Экран с информацией по работе агрегата

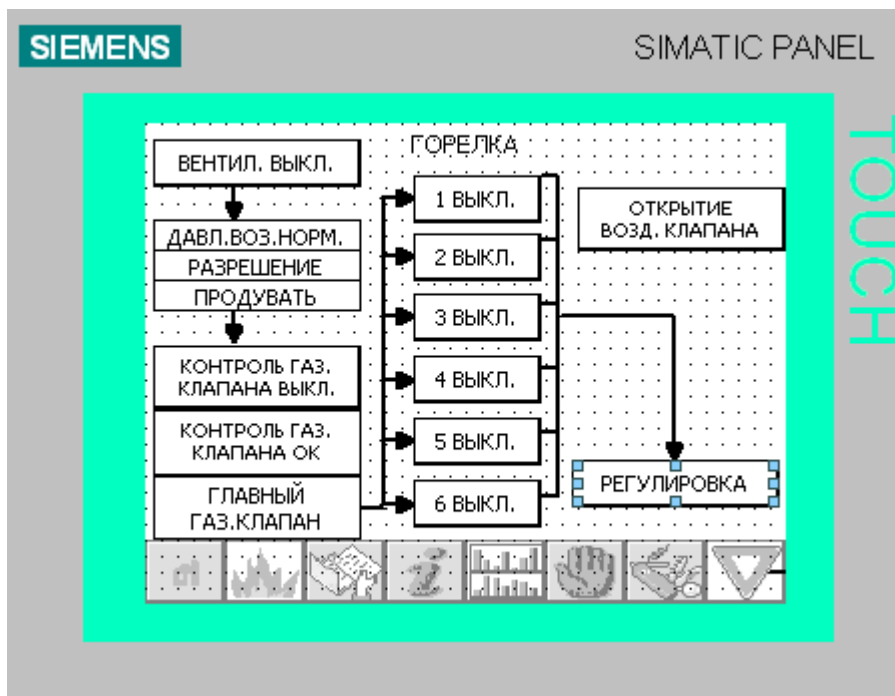


Рисунок Д.10 – Экран управления розжигом горелок

Продолжение приложения Е

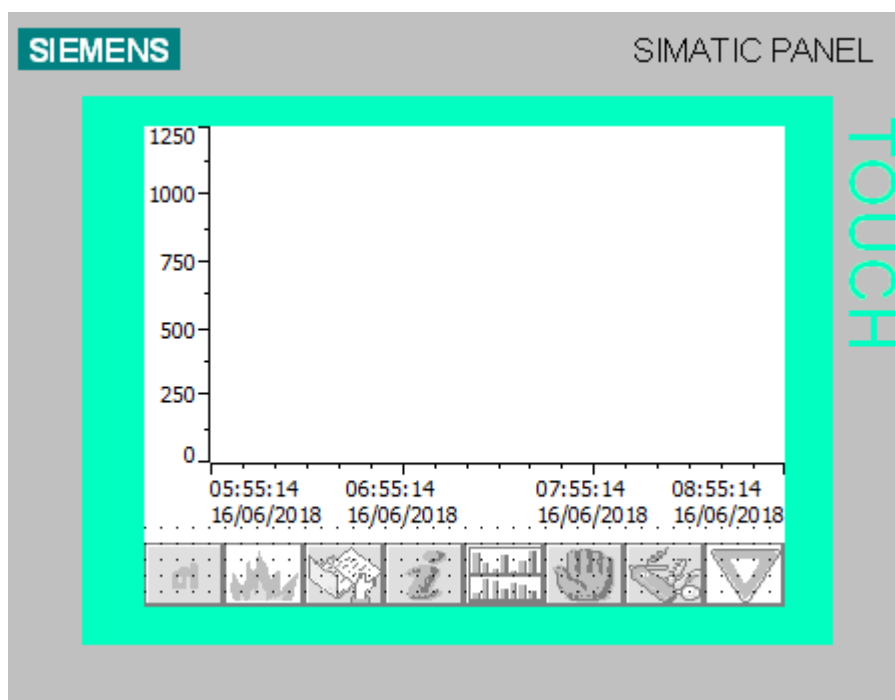


Рисунок Д.11 – Экран с графиком работы сушки