

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет машиностроения
Кафедра «Мехатроника и автоматизация»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой, к.т.н., доцент

_____ В.Р. Гасияров

_____ 20__ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ БАКАЛАВРА
ЮУрГУ 27.04.04.2020.298 ПЗ (ВКР)

Разработка системы автоматического управления турбинами дробемета листа для снижения энергетических потерь на холостом ходу в условиях ПАО «ЧТПЗ»

Нормоконтролер
Преподаватель

_____ О.А. Гасиярова

Руководитель работы
к.т.н., доцент

_____ С.Н. Басков

Консультант по проверке ВКР на
оригинальность
Ст. преподаватель

_____ С.С. Воронин

Автор работы
студент группы П-269

_____ А.И. Шумилин
_____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Шумилин А.И. Разработка системы автоматического управления турбинами дробемета листа для снижения энергетических потерь на холостом ходу в условиях ПАО «ЧТПЗ». – Челябинск: ЮУрГУ, П-269, 2020, 104 с., 74 ил., 5 табл., библиогр. список – 23 наим.

Целью данной работы является разработка системы автоматического управления турбинами дробемета листа для снижения энергетических потерь на холостом ходу на участке формовки цеха «Высота 239» ПАО «ЧТПЗ».

Основными задачами работы являются выяснение места для сокращения потребления электроэнергии на основе анализа технологического процесса, разработка алгоритма для исключения потерь электроэнергии, выбор схемы автоматизации, контроллера и силового оборудования, разработка структурной схемы САР, электротехнических схем соединений оборудования, 3D-компоновки электрошкафа, создание управляющего алгоритма и программного обеспечения системы автоматизации установки, визуализация происходящих процессов на НМІ-панели.

Анализ технологического процесса, разработка алгоритма для исключения потерь электроэнергии, выбор оборудования был произведен на основе данных об оборудовании установки дробеметной очистки листа участка формовки цеха «Высота 239» ПАО «ЧТПЗ».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	6
1.1 Характеристика цеха, описание технологического процесса работы механизма.....	6
1.1.1 Характеристика цеха.....	6
1.1.2 Описание технологического процесса работы механизма	9
1.1.3 Описание функций струйно-реактивных турбин типа С540.....	18
1.2 Требования к системе автоматизации привода.....	23
1.2.1 Описание существующей системы автоматизации и элементов управления установкой	23
1.3 Описание системы привода.....	57
1.4 Выбор основного силового оборудования	59
1.4.1 Состав силовой части преобразователя частоты	62
1.5 Защиты привода, расчет уставок защитных устройств.....	64
1.5.1 Виды аварийных ситуаций, способы их предотвращения.....	64
1.5.2 Защита электродвигателя привода турбин дробемета листа.....	64
2 РАЗРАБОТКА САУ	68
2.1 Разработка архитектуры системы автоматизации	68
2.2 Выбор контроллеров и датчиков технологических координат	70
2.3 Разработка схемы соединения элементов автоматизации	74
2.3.1 Соединение контроллера с преобразователем частоты	76
2.4 Разработка алгоритма управления и программного обеспечения систем автоматизации.....	80
2.5 Управляющая программа	83
2.6 Разработка системы визуализации	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	99
ПРИЛОЖЕНИЕ А Схемы соединения элементов автоматизации	101
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 3D компоновка электрошкафа.....	101

ВВЕДЕНИЕ

С момента своего появления машиностроение является основой индустрии [1]. С развитием этой отрасли науки и улучшением технологий обработки металлов стала возможной первая промышленная революция, внедрившая механический труд вместо ручного. С дальнейшим развитием механизмов и открытием электричества появились электроприводы, позволившие осуществить поточное производство товаров.

Благодаря цифровой революции появились современные системы автоматизации, способные свести участие человека в производственных процессах к минимуму или вовсе исключить его. Объединение электромеханических приводов с этими системами, управляемыми программами через микроконтроллеры, является мехатронной системой.

В наши дни мехатронные системы широко применяются в промышленности, например, в системах обработки технологических заготовок.

Установка дробеметной очистки листа использует по 4 дробеметные турбины сверху и снизу обрабатываемого листа, очищая его от грязи, ржавчины, и т.д. Во время ожидания следующей заготовки турбины работают на холостом ходу, что приводит к расходу электроэнергии при отсутствии полезной работы .

1 АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1 Характеристика цеха, описание технологического процесса работы механизма

1.1.1 Характеристика цеха

"Высота 239" является одним из крупнейших цехов по производству труб большого диаметра в России. Производство было запущено в июле 2010 года и оснащено современным промышленным оборудованием. С выходом на проектную мощность в 2011 году цех способен производить ежегодно по 900 000 тонн труб большого диаметра [2], что позволяет довести годовой объем производства этого вида труб на ЧТПЗ до 1,35 миллионов тонн.

ЧТПЗ располагает мощностями для производства труб практически любых типоразмеров. Оборудование "Высоты 239" позволяет изготавливать одношовные сварные трубы большого диаметра до 1420 мм, с толщиной стенки до 48 мм и длиной 12 и 18 метров, с наружным и внутренним покрытием.

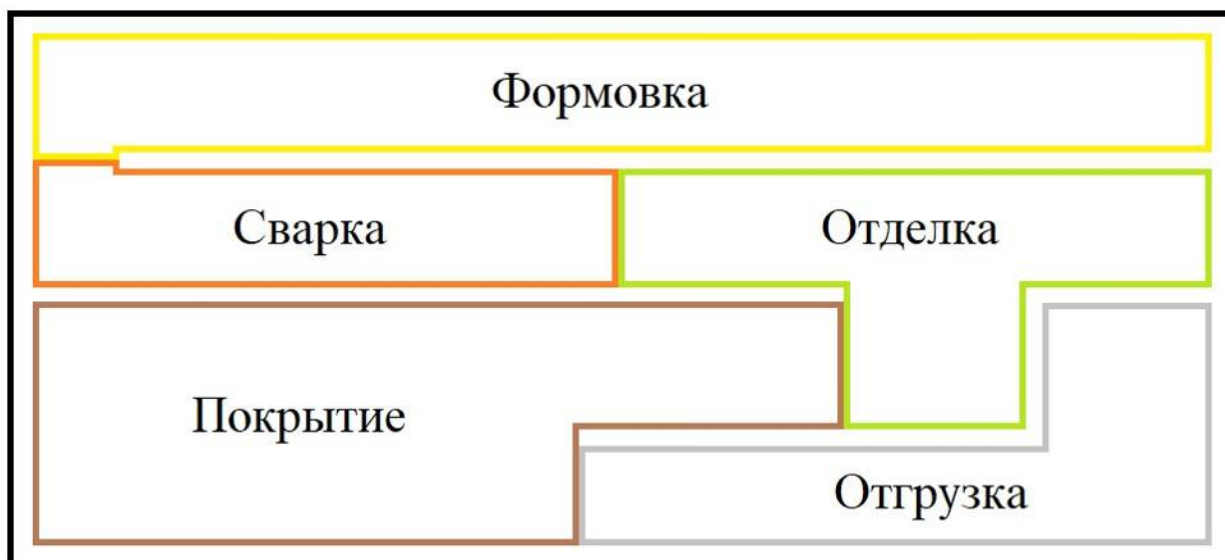
Изделия "Высоты 239" являются высококлассной продукцией, способной удовлетворить любые требования потребителя и эксплуатироваться в неблагоприятных условиях, будь то суровый климат, сейсмическая активность или прокладка по дну моря.

Цех состоит из участков пошаговой формовки, сварки, внутренней отделки и внешнего антикоррозийного покрытия.

Производственный процесс начинается со склада стальных листов (штрипса), являющимися заготовками для труб. Стальные листы перемещаются мостовыми кранами на транспортный конвейер, где к ним привариваются технологические пластины для минимизации расходов, поскольку при сварке трубы наблюдалось низкое качество сварного шва в начале трубы. Затем происходит обработка и подгибка кромок листа, после чего заготовка попадает

под гидропресс, пошагово формирующий ее трубообразную форму. На следующем этапе ее сваривают, проводят проверку качества, после чего отправляют на отделку.

Схема участков цеха представлена на рисунке 1.1.



ТЭСЦ "Высота 239"

Рисунок 1.1. Схема участков цеха

На участке отделки трубу очищают и обрабатывают ее поверхности (в т.ч. экспандирование, торцовка, снятие фасок), проводят гидравлические испытания, промывают для очистки от загрязнений, нагревают для удаления влаги и проводят дробометную очистку для достижения необходимой чистоты и шероховатости для нанесения покрытия, затем продувают от остатков дроби и инспектируют на наличие дефектов,

На участке покрытия трубу нагревают до необходимой для нанесения покрытия температуры, наносят покрытие и охлаждают при помощи воды, проводят щеточную зачистку концов трубы.

После прохождения технологических этапов трубы проходят инспекцию, маркируются и попадают на склад.

Во время технического процесса заготовка подвергается ультразвуковому, рентгеновскому и магнитно-порошковому контролю, также происходит проверка сварных швов и геометрических параметров.

Если заготовка не удовлетворяет технологическим требованиям, ее либо отправляют на склад, либо на ремонт с последующим возвратом на производственную линию.

Схема технологического процесса изготовления труб на участках формовки, сварки и отделки представлена на рисунке 1.2, схема технологического процесса участка покрытия труб представлена на рисунке 1.3.

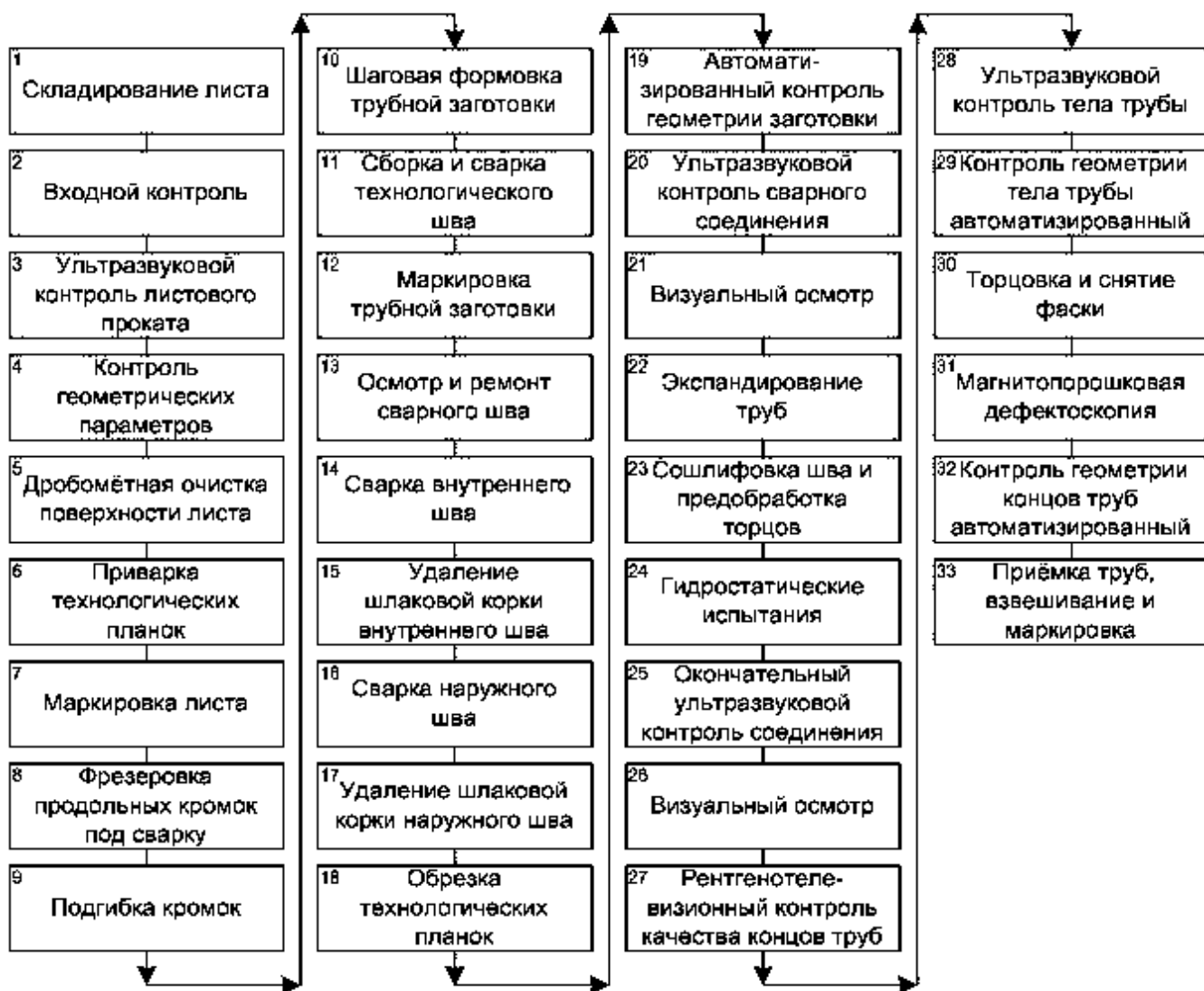


Рисунок 1.2. Технологический процесс изготовления труб

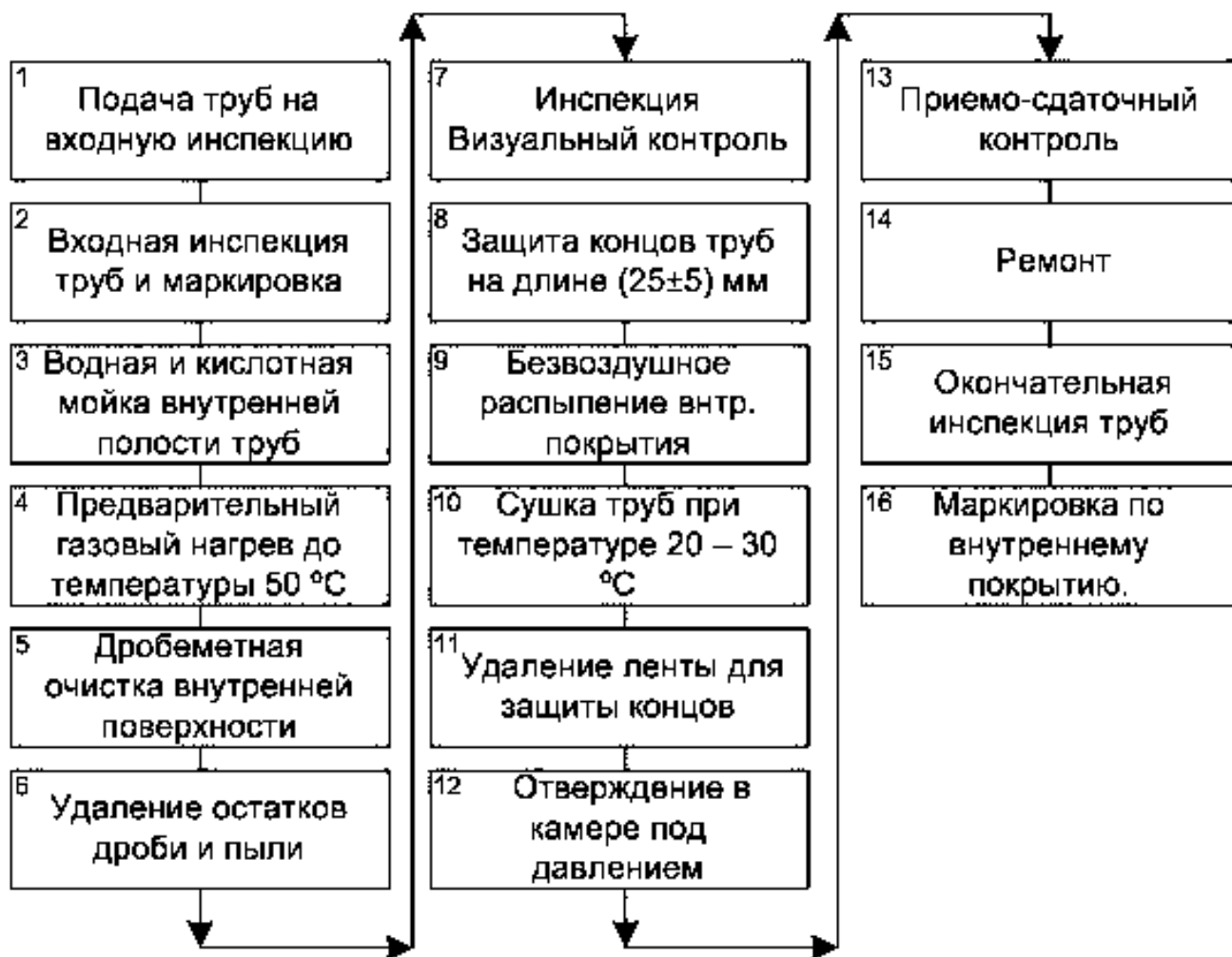


Рисунок 1.3. Технологический процесс участка покрытия труб

1.1.2 Описание технологического процесса работы механизма

Устройства дробеметной очистки состоит из дробеметной установки и установки фильтрации [3]. С помощью дробеметной установки поступающие листы подвергаются очистке верхней и нижней поверхности, для чего поверхности листа обрабатываются дробью, поступающей из сопел. В выходной части установки для струйной обработки грязь и остатки абразива отсасываются с листа и сепарируются на установке фильтрации.

Установка позволяет очищать лист с различной степенью очистки с помощью регулировок. Существует возможность очистки как нижней, так и верхней поверхности листа.

Оборудование установки защищено при помощи защитной ограды от несанкционированного доступа.

Установка фильтрации предназначена для отделения пыли и других частиц из воздуха. Для борьбы с загрязнением воздуха или в качестве составной части производственного процесса, фильтровальная установка представляет собой высокоэффективное прямое решение для сепарации пыли в непрерывном режиме.

Элементы фильтра очищаются автоматически. Данные элементы фильтра здесь попеременно отключаются, в то время как другие остаются в действии.

Регулирование цикла очистки зависит от типа и количества оседающей пыли.

Устройство используется для эксплуатации в закрытых помещениях. Температура и влажность воздуха в пределах норм для прокатных и металлургических цехов.

Устройство дробеметной очистки расположено за установкой контроля геометрии листа и перед автоматической станцией приварки планок.

Данные по используемому материалу приведены в таблице 1.1:

Таблица 1.1. Данные по материалу

Материал	Листовая сталь, прокатная
Вес макс, кг	30000
Толщина мин, мм	6,4
Толщина макс, мм	45
Ширина мин, мм	1500
Ширина макс, мм	4550
Длина мин, мм	10600
Длина макс, мм	18300

Корпус машины выполнен из конструкционной стали, а камера дробебетной обработки облицована износостойкой марганцевой сталью.

В турбинах, в зонах прохождения струи, смонтированы заменяемые расходимые ленты из марганцевой стали. Во внутреннее пространство машины можно попасть через дверь в крыше. Дверь машины оснащена предохранительным выключателем, который отключает установку, как только дверь будет открыта без разрешения.

Чтобы предотвратить выбрасывание абразивного средства, шлюзы для прохода материала закрыты сменными износостойкими резиновыми занавесами. От выброса абразивного средства проходящий материал закрывается ими как сверху, так и снизу.

Дробебетная машина оснащена транспортным рольгангом в шлюзах для прохода материала и в камере для дробебетной обработки. В ней транспортные ролики выполнены из закаленного металла. Транспортные ролики имеют пыленепроницаемые шариковые подшипники и по одной двойной цепной звездочке с приводной цепью.

Рольганг дробебетной установки приводится в действие при помощи двигателя с червячным редуктором, насаживаемого на ролик или монтируемого в рольганге для подачи и разгрузки, если таковой имеется. Рольганг может также приводиться в действие при помощи передачи с цепью/цепной звездочкой и редукторным двигателем, монтируемым на кронштейнах на дробебетной установке. Все компоненты привода оснащены защитным кожухом.

Установка оснащена улавливающими воронками со шнековыми транспортерами, которые подают абразивный материал к ковшовому элеватору. Улавливающие воронки имеют крышки для шнековых транспортеров (за исключением верхнего шнека в случае его применения), который стенка воронки не закрывает. В пространстве для дробебетной обработки крышка шнекового транспортера выполнена из износостойкой марганцевой стали.

Отверстие между крышкой и стенкой воронки выбрано таким образом, чтобы транспортер не перемещал сор и посторонние предметы, которые могли бы вызвать повреждения нижних деталей.

Ковшовый элеватор служит для транспортировки загрязненного абразивного материала вверх в очиститель. Кожух элеватора имеет инспекционную дверь с предохранительным выключателем, который отключает установку, как только дверь будет открыта без разрешения. Верхний ролик имеет ограничитель обратного хода для предотвращения возврата ленты ковшового элеватора и застревания под башмаком. Серийным оснащением является предельный регулятор оборотов на нижнем валу для сигнализации снижения числа оборотов ниже заданного значения с выводом сигнала в распределительный шкаф.

Засоренный абразивный материал уменьшает производительность процесса очистки и повышает износ машины. Для очистки абразивного материала установка оснащается очистительным устройством с выдвижным ситом, на котором остаются крупные части сора, и устройством каскадной воздушной очистки.

Бункер имеет площадку с лестницей и отверстием для доступа. К серийному оснащению бункера относится (например, в случае применения верхнего шнека) перепускная труба для абразивного материала для возврата его в дробеметную машину.

Устройство регулирования абразивного материала регулирует его подачу; оно смонтировано непосредственно под бункером абразивного материала. Устройство регулирования оснащается контрольным клапаном и дозировочной заслонкой с дозировочными панелями. Открытие дозировочных панелей определяет объем подачи абразивного материала. Дозировочная заслонка включается и выключается при помощи электропневматического цилиндра с электронной (бесконтактной) переключкой.

Двухдисковые струйно-реактивные турбины для абразивной обработки заготовок оснащаются восемью разбрасывающими лопатками, центральным

механическим устройством предварительного ускорения абразивного средства, легко регулируемым снаружи устройством изменения угла струи и встроены в доступный снаружи корпус турбины.

Эти турбины центрифугируют с высокой скоростью сфокусированную струю абразивного средства на поверхность изделия и оснащаются регулирующими устройствами (электропневматическими) для установки ширины струи при помощи чувствительных элементов.

Щеточно-обдувочная установка монтируется в конце дробеметной установки. Щеточно-обдувочная установка оснащена регулируемой по высоте вращающейся щеткой и турбовоздуходувкой, при помощи, которых лист и профиль без остатка очищаются от абразивного материала. Щетка располагается в поворотной (регулируемой по высоте) раме. Автоматическая регулировка высоты вращающейся щетки производится посредством измерения высоты перед установкой. Предварительный выбор автоматического режима для обработки листа или профиля возможно только, если щетке присвоены опорные значения.

В ручном режиме операторский персонал перемещает щетку на любую рабочую высоту. Оператор несет ответственность за соответствие высоты положения щетки подаваемому материалу.

Отсасывающая установка служит для выделения пыли из потока воздуха. Она пригодна для непрерывной эксплуатации и соединяется с машиной через предварительный сепаратор абразивного материала с трубопроводом. Фильтрация производится при помощи патронов с чрезвычайно высокой степенью сепарации. Фильтровальная установка оснащается полно автоматической системой очистки при помощи сжатого воздуха. Предусмотрена площадка для проведения инспекции.

Трубопроводная система для сжатого воздуха после отсасывающей установки проложена между дробеметной установкой, очистителем абразивного материала и предварительным сепаратором. Трубопровод оснащен подпорными клапанами для регулирования скорости воздуха.

Шумозащитные стены для снижения уровня звуковой мощности имеют двери для обеспечения доступа.

Обслуживание дробеметной установки производится при помощи цветной сенсорной панели 6".

Переключки для устройства дозировки абразивного средства, сигнализации, автоматизации и т.д. управляются бесконтактным методом PLC (программируемым логическим управлением). Это относится также и к переключкам на концах рольганга, которые мгновенно останавливают движение, если лист или профиль попадает на конец рольганга, чтобы не возникало опасности от падающих деталей.

Приводной двигатель трехфазного тока с клиноременным шкивом осуществляет приведение устройства в движение.

Технические данные указаны в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Данные по оборудованию

Дробеметная установка: тип GW4500-875, фирма "Gietart"	
Длина, мм	10000
Ширина, мм	10000
Высота (над полом), мм	7000
Шумовая нагрузка, дБ, max	80
Тип турбины	C540
Струйные турбины, шт.	8
Мощность турбины/двигателя (на турбину), кВт	55
Число оборотов турбины, об/мин	2100
Диаметр, мм	540
Забрасывающие лопатки, шт.	8
Ширина лопатки, мм	128
Шумовая нагрузка, дБ(А), max	80

Схема дробеметной установки представлена на рисунке 1.4.

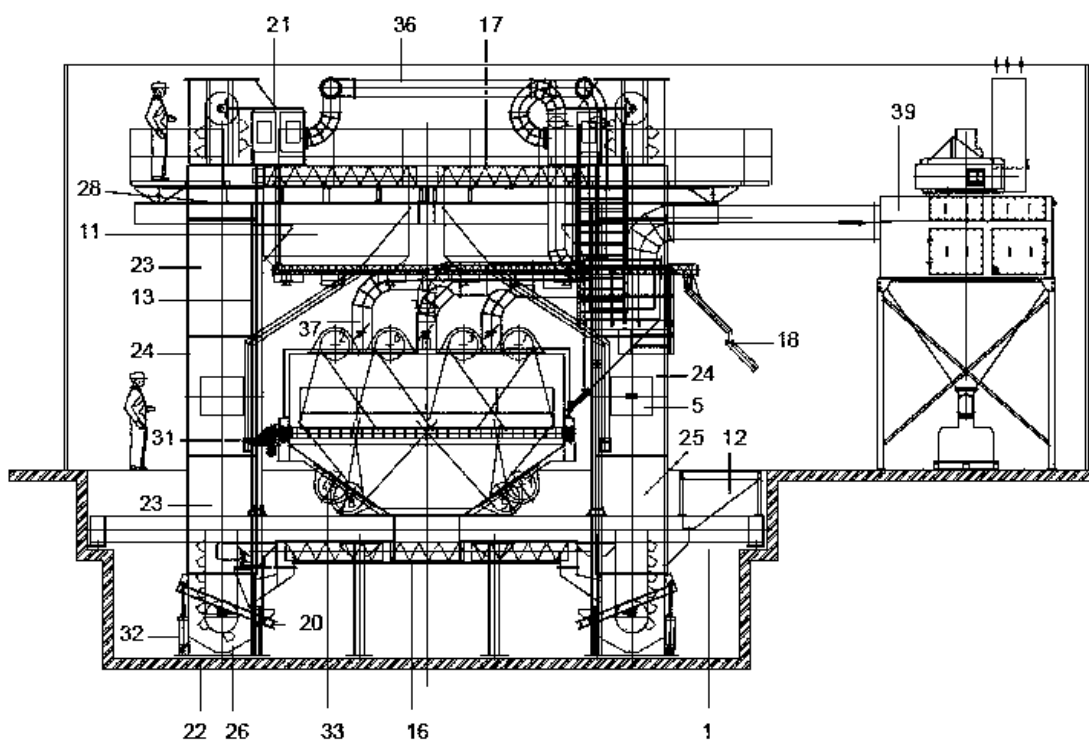
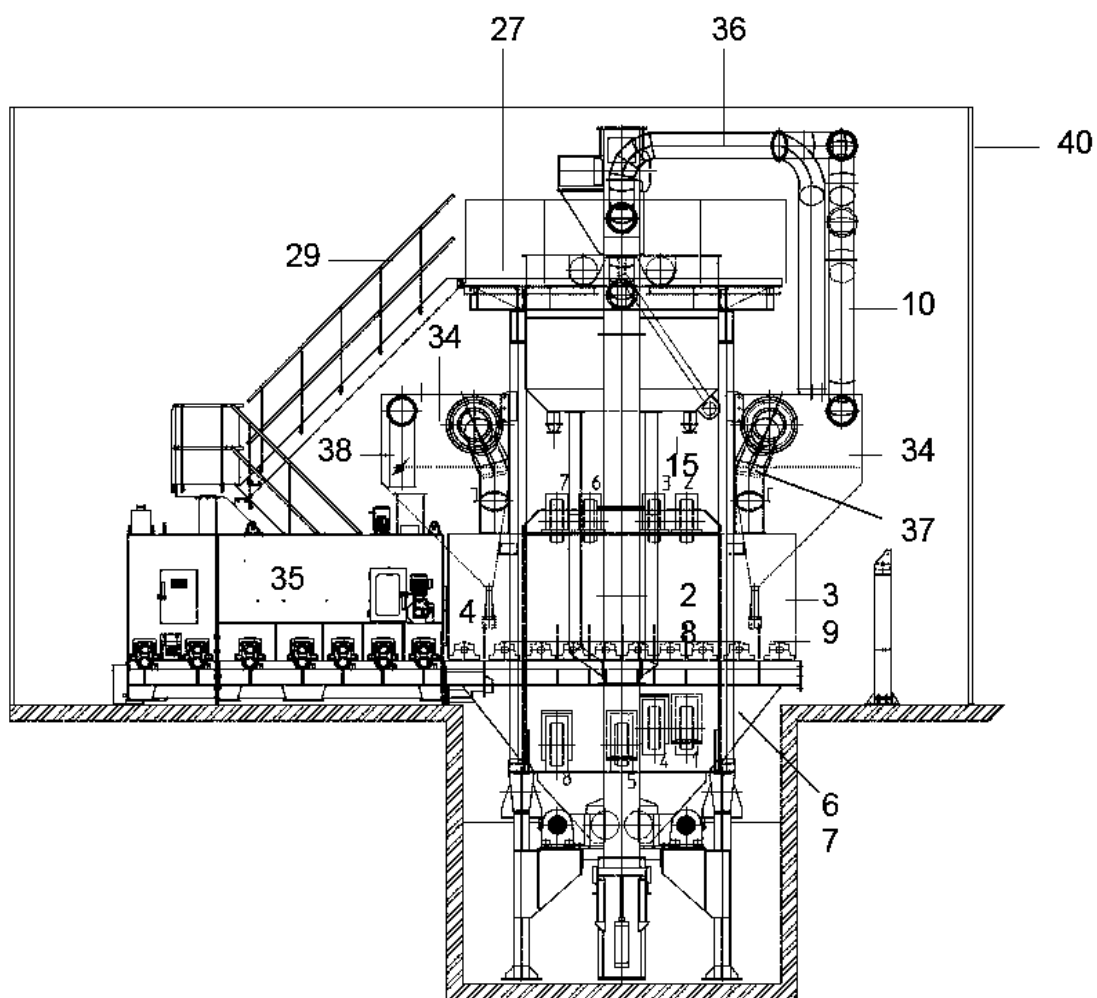


Рисунок 1.4. Дробебетная установка GW4500-875: 1 – фундамент дробебетной установки, 2 – корпус дробебетной установки, 3 – входное

отверстие, 4 – выходное отверстие, 5 – дверь, 6 – дверь, 8 – камера абразивной обработки, 9 – резиновые занавеси, 11 – бункер абразивного материала, 12 – резервуар для досыпки, 13 – основание бункера абразивного материала, 15 – регулирование абразивного материала, 16, 17 – шнековый транспортер, 18 – выходная труба для сора и абразивной пыли из очистителя абразивного материала, 19 – фильтр отсасывающей установки, 20 – воронка, 21 – очиститель абразивного материала, 22 – нижний корпус ковшового экскаватора, 23, 24, 25 – промежуточный корпус ковшового экскаватора, 26 – ковшовый элеватор, 27 – площадка, 28 – верхний корпус ковшового экскаватора, 29 – площадка-лестница-ограждение, 31 – рольганг дробеструйной установки, 32 – пневмоцилиндр с натяжным устройством, 33 – конструкция турбины, 34 – сепаратор абразивного средства, 35 – щеточно-обдувочная установка, 36 – труба между очистителем и сепаратором абразивного материала, 37 – труба между дробеметной установкой и сепаратором абразивного материала, 38 – труба до щеточно-обдувочной установки, 39 – установка обеспыливания (2х), 40 – шумозащитные стены

Подлежащие дробеметной обработке детали укладываются на подающий рольганг (мелкие детали перемещаются через установку на решетке, чтобы они не могли упасть в машину) и транспортируются приводимыми в движение роликами в направлении камеры для дробеметной обработки. На стороне подачи дробеметной установки смонтирована электронная перемишка.

Вместе с импульсным счетчиком, смонтированным на приводимом в движение транспортировочном ролике дробеметной машины, система управления PLC включает и выключает подачу абразивного материала при помощи электропневматического цилиндра. Как только деталь появляется на уровне первой турбины, происходит открытие подачи абразивного средства.

Как только расстояние между партиями обрабатываемого материала станет больше, чем расстояние между перемишкой и последней турбиной, подача абразивного материала прекращается. Турбины должны продолжать вращаться без нагрузки. Если абразивная обработка ведется в непрерывном режиме, то необходимо обеспечить небольшое расстояние между поступающими партиями.

Обрабатываемые детали проходят сначала входной шлюз с резиновыми занавесями и затем попадают в камеру для дробеметной обработки. Турбины, расположенные в пространстве для абразивной обработки, приводятся в действие двигателями трехфазного тока прямо или посредством клиновых ремней. В камере производится удаление окалины и ржавчины с деталей.

Скорость прохода деталей через установку зависит от:

- размера деталей,
- исходного состояния поверхности материала и толщины слоя окалины и ржавчины,
- вида зерна и качества используемого абразивного материала.

Подлежащие обработке в дробеметной установке детали должны быть сухими и покрыты только ржавчиной и/или прокатной окалиной. Кроме того, обрабатываемый материал должен быть свободен от прочего загрязнения, такого как масло, жир и краска.

Детали, подвергавшиеся обжигу, вследствие чего возникает грат (из-за образования плазмы), не могут быть безупречно очищены от этого грата дробеметным способом. Поэтому такие детали должны быть изъяты, прежде чем начнется дробеметная обработка, также и потому, что это загрязнение проникает через сито очистителя абразивного материала и может повредить вращающиеся детали (например, детали турбины).

Из отверстий просверленных деталей также может попасть стружка в абразивное средство и проникнуть через сито, из-за чего может возникнуть прерывание потока абразивного материала или повреждение детали.

Загрязненный абразивный материал падает в сборную воронку с транспортным шнеком, и ковшовый элеватор подает его наверх. С разгрузочной стороны ковшового элеватора находится очиститель с ситом и каскадный воздушный очиститель для абразивного материала.

Затем очищенный абразивный материал возвращается в бункер и при открытом устройстве регулирования подачи снова в турбины для продолжения абразивной обработки.

Запуск или останов турбин должен происходить без нагрузки, т.е. при закрытой подаче абразивного материала. В противном случае есть риск засыпания турбин (особенно нижних) абразивным веществом и невозможность их запуска.

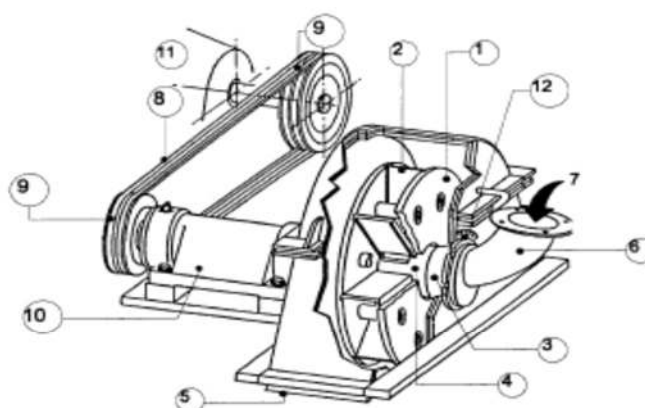
1.1.3 Описание функций струйно-реактивных турбин типа С540

Струйно-реактивные турбины предназначены для обработки поверхности заготовки с помощью абразивного средства (дроби), очищая его от загрязнения при помощи энергии соударения.

Турбины приводятся в действие электродвигателями трехфазного тока при помощи клиновых ремней.

Абразивное средство подается централизованно через бункер, устройство регулирования подачи, распределитель и далее при помощи установочной втулки с предварительным ускорением на лопатки.

На рисунке 1.5 представлена схема струйно-реактивной турбины С540.



Позиции

- 1 Поводковый патрон
- 2 Лопатка
- 3 Установочная втулка
- 4 Распределитель
- 5 Расходуемые ленты
- 6 Колено подачи

Позиции

- 7 Подача абразивного материала
- 8 Клиновый ремень
- 9 Клиноремненный шкив
- 10 Подшипник турбины
- 11 Электродвигатель
- 12 Лимб

Рисунок 1.5. Струйно-реактивная турбина С540

Турбины имеют два диска, между которыми вставляются 8 лопаток. Абразивный материал выбрасывается с очень высокой скоростью в камеру для дробеметной обработки. Направление реактивной струи может регулироваться вручную посредством поворота установочной втулки.

Регулировка турбины показана на рисунке 1.6.

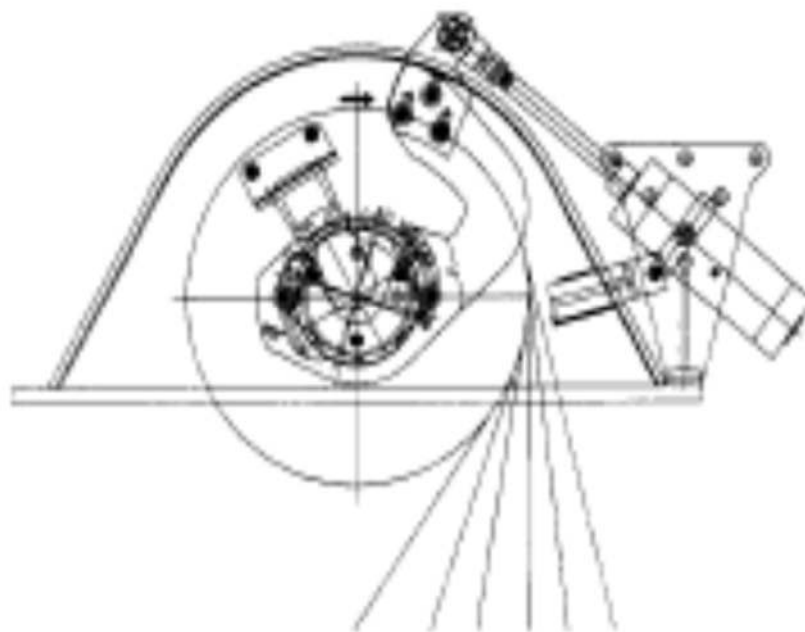


Рисунок 1.6. Регулирование турбины

Автоматическое регулирование турбины осуществляется при помощи установочного устройства и электропневматического цилиндра для наладки ширины струи посредством чувствительных элементов в рольганге.

Чтобы добиться хорошей производительности по абразивной обработке и длительного срока службы машины, перед вводом в эксплуатацию дробеметной установки необходимо точно отрегулировать турбины согласно спектру реактивной струи.

Если лопатки турбины слишком долго находились в эксплуатации, то из-за возникновения на них борозд сильно изменяется направления пучка абразивного средства, направляемого на заготовку.

Для настройки необходимо пропустить лист (по возможности качества BSIS 05 59 00) максимальной ширины, который допускает проход через дробеметную установку, так, чтобы потоки абразивного средства из всех турбин могли попасть на лист.

Спустя приблизительно 15 секунд воздействия на неподвижно стоящий лист необходимо вывести его из дробеметной установки и очистить, например, ручной метелкой.

Направление струи можно точно установить, если пронумеровать мелом контуры попадания струи турбин от 1 до 8 в направлении движения заготовки.

На рисунке 1.7 показаны правильный и неправильный контуры попадания абразивной струи на заготовку.

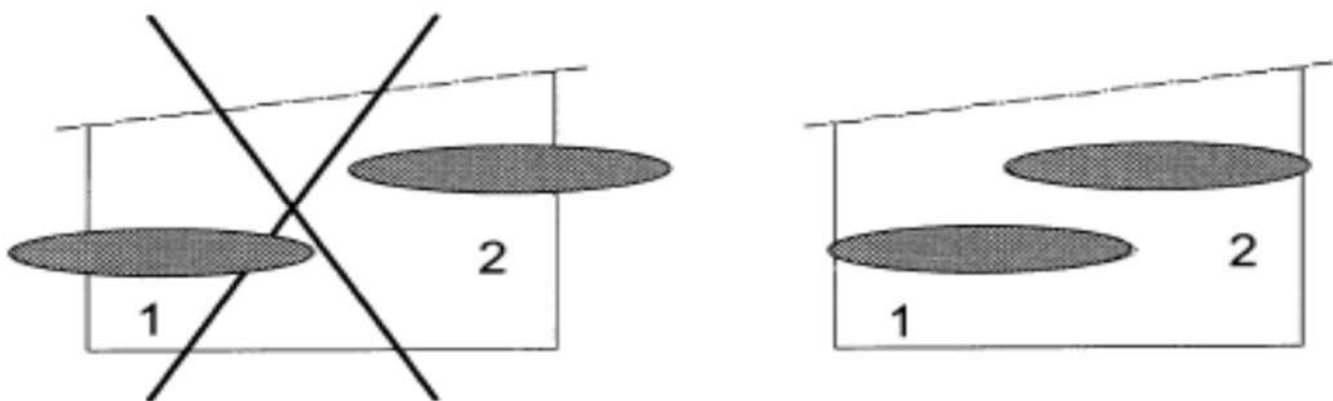
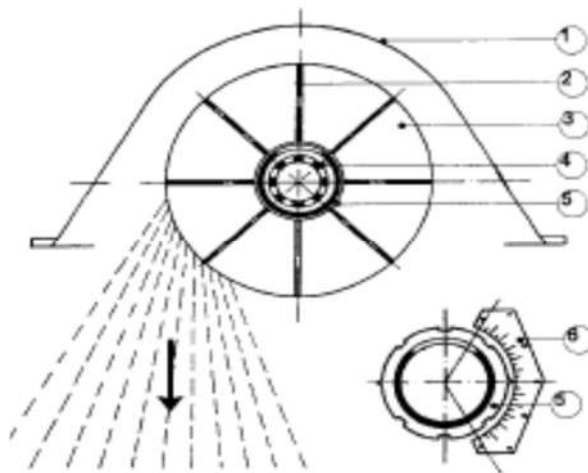


Рисунок 1.7. Контурсы попадания струи

Направление потока абразивного материала можно изменять, слегка поворачивая установочную втулку. Для регулировки установочной втулкой сначала необходимо снять зажимные пластины, цена деления составляет 5° .

Если контуры попадания струи на лист неправильны, нужно повернуть установочную втулку в зависимости от сдвига спектра реактивной струи (рисунок 1.8). Регулировка должна производиться маленькими шагами и после каждого шага установка должна контролироваться на листе.

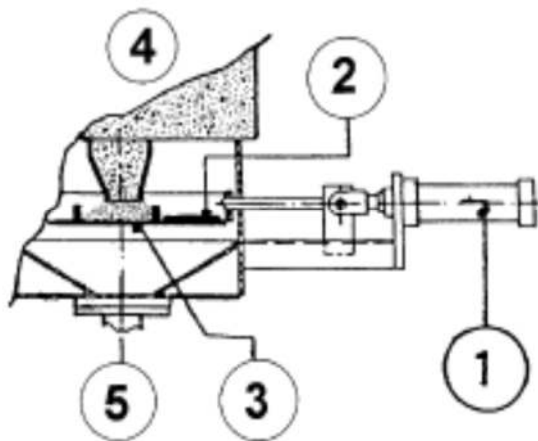
Процедура должна повторяться до тех пор, пока спектр реактивной струи не будет соответствовать правильной схеме. Зажимные панели нужно устанавливать обратно после каждой регулировки.



- Позиции
- 1 Турбина
 - 2 Лопатки
 - 3 Поводковый патрон
 - 4 Распределитель
 - 5 Установочная втулка
 - 6 Лимб

Рисунок 1.8. Регулировка турбины

Абразивную обработку можно выполнять также соответственно одной турбиной, закрыв панелью остальные отверстия в регуляторе подачи абразивного материала (рисунок 1.9).



- Позиции
- 1 Цилиндр
 - 2 Дозировочная панель
 - 3 Дозировочная заслонка
 - 4 Бункер для абразивного материала
 - 5 Шланг подачи абразивного материала

Рисунок 1.9. Регулятор подачи абразивного материала

Во время абразивной обработки все турбины должны быть включены, даже если подача абразивного материала к одной или нескольким турбинам заблокирована. Это относится, в частности, к нижним турбинам, поскольку они в противном случае будут заполнены абразивным материалом и не смогут быть запущены.

Забрасывающие лопатки монтируются при помощи предохранительных болтов на швыряльном диске.

Новые лопатки поставляются комплектами по 8 штук и должны заменяться полным комплектом, что связано с балансировкой колеса.

Разница в весе между двумя расположенными друг против друга лопатками не должна превышать 5 грамм.

Спустя приблизительно 16 рабочих часов проконтролировать лопатки на наличие закалочных трещин, поскольку в литом материале может присутствовать неомогенность, вызывающая неравномерный износ, следствием которого является дисбаланс. Если это имеет место, то нужно без промедления заменить весь комплект лопаток. Замененные лопатки, не имеющие чрезмерного износа, можно отсортировать (посредством взвешивания) и хранить. Из этих лопаток впоследствии можно будет составить полный комплект из 8 штук.

На рисунке 1.10 представлены различные виды забрасывающих лопаток.

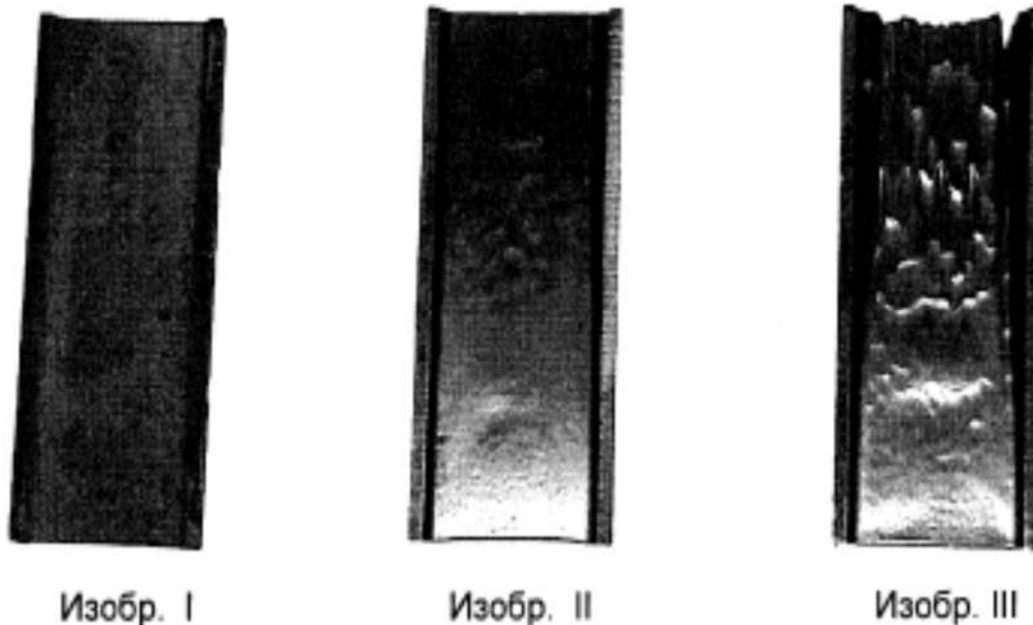


Рисунок 1.10. Забрасывающие лопатки

На первом изображении показан вид новой забрасывающей лопатки, на втором уже находившейся в пользовании, лопатки на третьем изображении нуждается в немедленной замене, т.к. подобная степень износа сильно искажает точные контуры попадания абразивной струи.

1.2 Требования к системе автоматизации привода

Целью модернизации системы автоматизации установки является минимизация потерь электроэнергии двигателями турбинами на холостом ходу во время длительного ожидания заготовки, поэтому система автоматизации должна обеспечивать последовательное снижение оборотов турбин при достижении определенного времени отсутствия обработки заготовок.

Система автоматизации формирует сигнал на снижение оборотов при ожидании длительного простоя в ожидании заготовки, не вмешиваясь в работу турбин при непрерывном процессе производства, когда ожидание заготовки составляет ~3-4 минуты.

1.2.1 Описание существующей системы автоматизации и элементов управления установкой

Установка для дробеметной очистки с точки зрения управления разделяется на два участка.

- Управление установки:

режим работы установки выбирается для программы дробеметной очистки, программы обслуживания установки и программы работы щетки.

- Управление транспортными устройствами:

предварительный выбор режима транспортировки распределяется на следующие участки:

А – толчковый режим. Приводы транспортной системы работают только при манипулировании соответствующим рычагом предварительного выбора;

В – режим автоматики. Приводы транспортной системы работают при выборе предварительной установки до тех пор, пока этот выбор не будет сброшен или не сработает конечный выключатель, который останавливает транспортировку.

Принципиально не происходит прямого взаимного воздействия управления установкой дробеметной очистки и управления транспортной системой, так что обе системы управления могут быть предварительно установлены независимо друг от друга.

На участке заставки высвечивается имя пользователя, который как раз зарегистрировался. Если пользователь не зарегистрировался, то в поле индикации находится стандартная запись «Нет пользователя».

Заставка с именем пользователя изображена на рисунке 1.11.



Рисунок 1.11. Заставка

Точно так же выводится на индикацию актуальное название вызванного на панели управления экрана.

Кроме этого в заставке панели имеется индикация актуального времени. Установка времени может быть выполнена после вызова администрации.

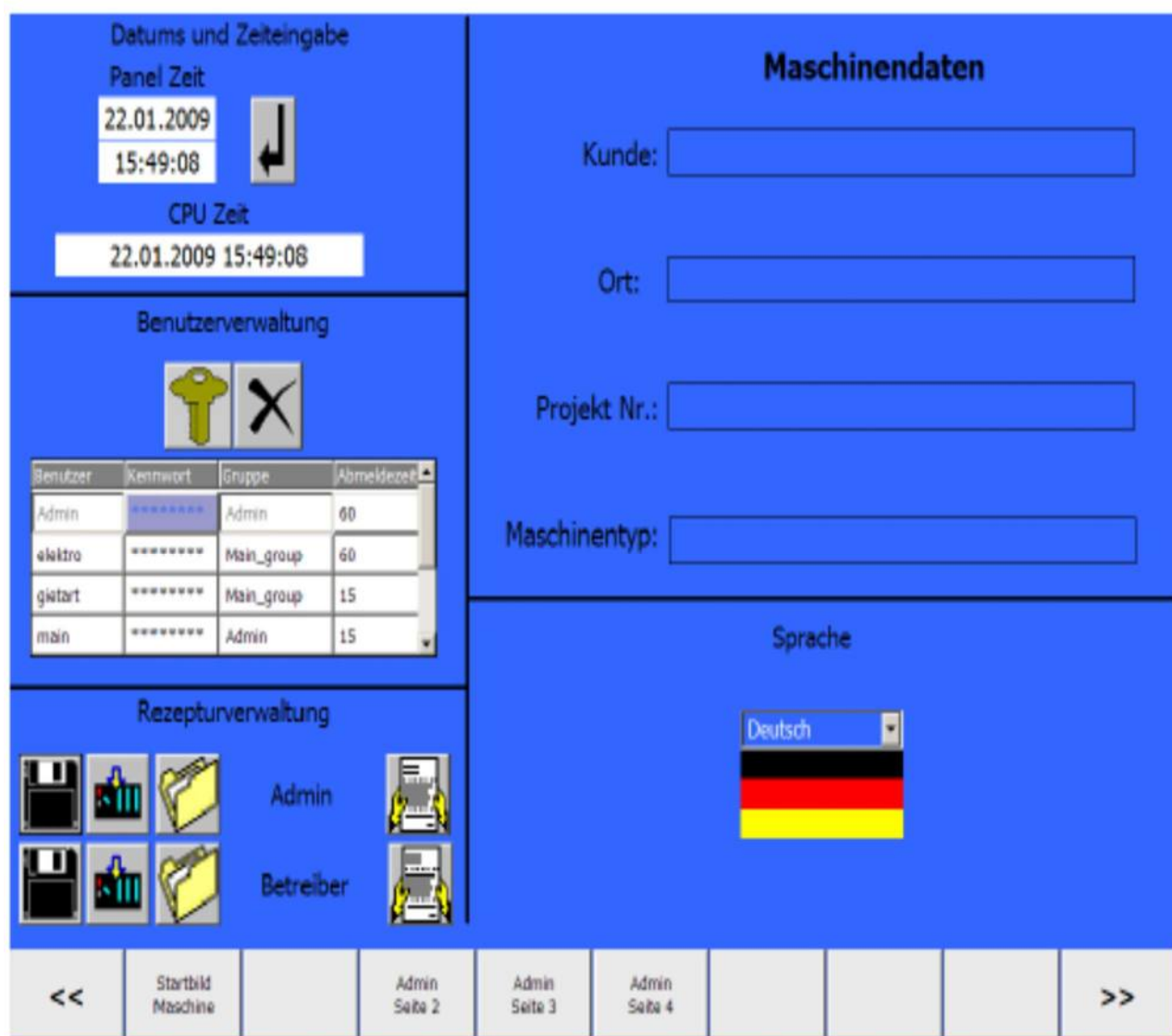
В нижней части представлены все предлагаемые для выбора экраны. Их можно вызывать нажатием на клавишу.

Нижняя часть показана на рисунке 1.12.



Рисунок 1.11. Нижняя часть экрана

Начальный экран установки изображен на рисунке 1.12.



Стартовая маска установки Админ. стр.2 Адм.стр.3 Адм.стр.4

Рисунок 1.12. Стартовый экран установки

Перевод экрана:	
Индикатор даты и времени	Datums- und Zeitangabe
Панель времени	Panel Zeit
ЦП времени	CPU Zeit
Управление пользователями	Benutzerverwaltung
Пользователь	Benutzer
Пароль	Kennwort
Группа	Gruppe
Время регистрации	Abmeldezeit
Управление рецептурой	Rezepturverwaltung
Админ	Admin
Эксплуатационник	Betreiber
Данные установки	Maschinendaten
Заказчик	Kunde
Местонахождение	Ort
Проект №	Projekt Nr
Тип установки	Maschinentyp

Со стартового экрана происходит управление записями пользователей, рецептами технологического процесса установки, переход на другие экраны, установка времени и языка.

Актуальное время и дату, представляемые на панели управления, можно установить в верхней части изображения администратора.

При нажатии на клавишу Enter производится передача введенной даты и времени устройства управления в системные часы управления и в окне «ЦП времени» появляется отзыв на ввод. Произвести независимую установку системных часов ЦП нельзя.

На панели управления имеется возможность переключения между различными языками.

Панель выбора языка представлена на рисунке 1.13.



Рисунок 1.13. Панель выбора языка

При выборе соответствующего языка изменяются все записи внутри изображений, индикаций и сигнализации тревоги.

Различные пользователи, имеющиеся на панели управления, могут авторизоваться в системе при помощи поля «Управление пользователями».

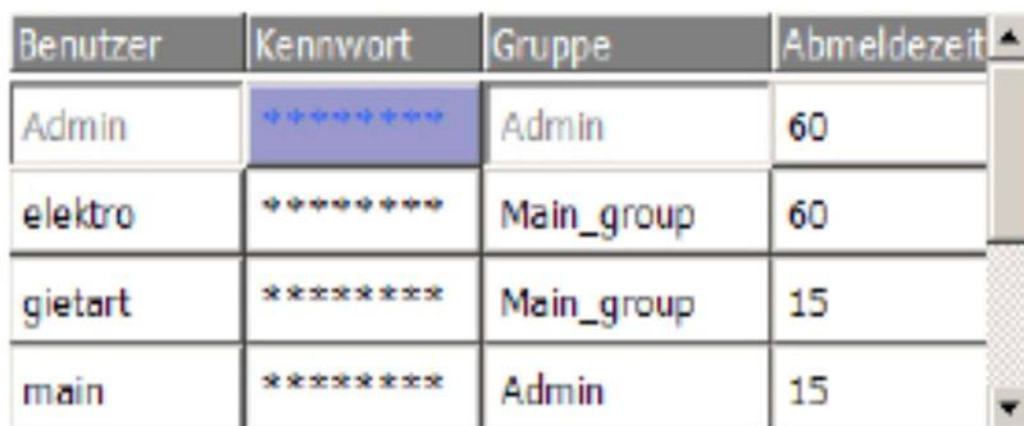
Нажатием на клавишу с изображением ключа пользователь может войти в систему через опрос имени пользователя и соответствующее слово-пропуск.

Для выполнения некоторых функций требуются определенная степень полномочий пользователя.

Для простого ввода данных достаточно низкой степени полномочий. Каждый вошедший в систему пользователь виден в индикаторе пользователей и точно так же видит тех пользователей, чьи данные он может изменять.

Пользователь с правами администратора обладает всеми полномочиями и способен изменять максимальный объем данных об установке и других пользователях агрегата.

Панель авторизации изображена на рисунке 1.14.



Benutzer	Kennwort	Gruppe	Abmeldezeit
Admin	*****	Admin	60
elektro	*****	Main_group	60
gietart	*****	Main_group	15
main	*****	Admin	15

Рисунок 1.14. Панель авторизации пользователей

Нажатием на клавишу с изображением черного креста авторизованный пользователь может быть выведен из системы.

Все зарегистрированные в системе пользователи имеют различные степени доступа к управлению установкой.

Одна группа представляет собой администраторов (Admin) с неограниченным доступом.

Вторую группу образуют пользователи (User), обладающие только ограниченным доступом.

Третья группа (Main_Group) имеет расширенные полномочия, но не административные права.

В зависимости от принадлежности к одной из групп становятся доступны различные функции после ввода всех требуемых паролей.

Группы пользователей показаны на рисунке 1.15.

Gruppen					
	Kennworta...	Name	Anzeigen...	Num...	Kommentar
<input checked="" type="checkbox"/>		Administrato...	Admin	9	Administratoren haben unbeschränkten Zugriff
<input checked="" type="checkbox"/>		Benutzer	User	1	Benutzer haben eingeschränkten Zugriff.
<input checked="" type="checkbox"/>		Main_User	Main_group	2	Administration mit eingeschränkten Rechten

Рисунок 1.15. Группы пользователей

Перевод экрана:

Группы

Опрос пароля

Имя

Индикация

Номер

Комментарий

Администраторы имеют
неограниченный доступ

Пользователи имеют
ограниченный доступ

Администрация с ограниченными
правами

Gruppen

Kennworta...

Name

Anzeigen

Num

Kommentar

Administratoren haben
unbeschränkten Zugriff

Benutzer haben
eingeschränkten Zugriff

Administration mit
eingeschränkten Rechten

Все данные со страниц администрации записываются в архивах, чтобы при падении напряжения не потерять их и сохранить все значения.

Хранение и управление рецептами является одним из основных функций SCADA-систем. Рецепт называется набор значений определенных переменных, которые можно быстро и удобно изменить при различиях в технологическом процессе.

Например, при обработке различных типов заготовок, которые требуют разного количества компонентов при обработке, применяются различные рецепты, в которых указано точно количество этих компонентов, отведенных на определенный тип заготовки.

Управление рецептурой изображено на рисунке 1.16.




 <p>Admin</p> <p>Админ.</p> <p>Записать в архив Обслуж. только админ.</p> <p>Передать</p> <p>Загрузить</p>	<p><u>Управление рецептами, администрация</u></p> <p>Существует рецепт, значения которого могут изменять только пользователи группы администратора.</p> <p>Члены группы пользователей могут запомненный рецепт только загрузить или передать в систему управления.</p>
 <p>Betreiber</p> <p>Эксплуатационник</p>	<p><u>Управление рецептами, эксплуатационник:</u></p> <p>Члены группы администратора и пользователи имеют полный доступ к этому управлению рецептом.</p>
	<p><u>Выбор рецептуры:</u></p> <p>Каждый выбор рецептуры может быть сделан на участке администратора или эксплуатационника и показывает соответствующие сделанные в последнее время вводы рецептов.</p> <p>После этого вводится актуальное изображение, которое содержит рецептуру администратора или эксплуатационника. Значения в этом окне могут только считываться, но не изменяться.</p>

Рисунок 1.16. Управление рецептурой

Данные установки включают в себя заказчика, местоположение, номер проекта и тип установки (рисунок 1.17.). Их могут изменять только пользователи, зарегистрированные в системе.

Maschinendaten

Kunde: SMS Meer

Ort: Cheljabinsk

Projekt Nr.: 300000618/105695

Maschinentyp: GW 4500 -8

Рисунок 1.17. Данные установки

На рисунке 1.18 изображены параметры установки.

Turbinenwerte

Überwachung: 0/1

Zeit: 12 sec

		Faktor	
T1:	30,0	A	1,0 %
T2:	30,0	A	1,0 %
T3:	30,0	A	1,0 %
T4:	30,0	A	1,0 %
T5:	30,0	A	1,0 %
T6:	30,0	A	1,0 %
T7:	30,0	A	1,0 %
T8:	30,0	A	1,0 %

Maschinenwerte

Strahlimpulse

50	Imp	Ein
100	Imp	Aus

Höhenerfassung

1,0	%	Faktor
-----	---	--------

Maschinenzeiten

5	s	Bürste ab
120	s	Maschine Stop
180	s	Turbine Stop

Bürstenwerte

Bürstenimpulse

50	Imp	Punkt 1
80	Imp	Punkt 2
200	Imp	Ende Maschine

Strahlbreitenverstellung

0/1		
39	Imp	Ein
61	Imp	Aus

Navigation: << Startbild Maschine Admin Seite 1 Admin Seite 3 Admin Seite 4 >>

Рисунок 1.18. Параметры установки

Перевод экрана:

Значения для турбины	Turbinenwerte
Контроль	Überwachung
Время	Zeit
Коэффициент	Faktor
Значения для установки	Maschinenwerte
Импульсы для дробеметной очистки	Strahlimpulse
Регистрация высоты	Höhenerfassung
Время установки	Maschinenzeiten
Вкл.	Ein
Выкл.	Aus
Щетка старт	Bürste ab
Установка стоп	Maschine Stop
Турбина стоп	Turbine Stop
Значения для щетки	Bürstenwerte
Импульсы для щетки	Bürstenimpulse
Пункт	Punkt
Установка, конец	Ende Maschine
Регулировка ширины струи	Strahlbreitenverstellung

На этом экране происходит установка параметров времени и тока для турбин дробеметной обработки, импульсов дробеметной очистки для включения и выключения установки, высоты и времени установки для остановки турбин и установки, импульсов для щетки и ширины струи.

Все значения тотчас же при вводе актуализируются и заносятся в память, а также и в управлении рецептурами после их выбора.

Показываемые значения имеют следующие функции (рисунок 1.19):

<u>Значение</u>	<u>ФУНКЦИЯ</u>
Значения для турбин 1 ÷ 8	<p>При помощи коэффициентов при вводе в эксплуатацию индикатор тока сравнивается с фактически измеренным значением тока.</p> <p>Каждая турбина имеет устройство контроля функций.</p> <p>Если значение тока в режиме дробеметной очистки падает ниже установленного контролируемого значения, то по истечении заданного времени направляется сигнал тревоги.</p>
Значения для установки	<p><u>Импульсы для дробеметной чистки:</u></p> <p>Счетные импульсы для задаваемых позиций для открытия/закрытия клапана подачи абразивного средства в автоматическом режиме.</p> <p><u>Измерение высоты:</u></p> <p>При помощи установленных коэффициентов производится адаптация показываемых значений регистрации высоты и регулировки щеток к реальным размерам.</p> <p><u>Время для установки:</u></p> <p><u>Щетка опускается:</u> Время задержки перемещения щетки</p> <p><u>Установка стоп:</u> инерционный выбег. при сигнале „автоматический стоп участка установки“ после абразивной чистки оставшееся абразивное средство выносится шнековыми транспортерами и элеватором.</p> <p><u>Турбина стоп:</u> инерционный выбег для останова турбины.</p> <p>Установка запускается только по истечении этого времени.</p>
Значения для щетки	<p><u>Импульсы для щетки:</u></p> <p>Щетка поднимается / опускается / при достижении передней кромки материала в позиции 1 или 2. Выбор между позициями 1 или 2 зависит от разницы высот следующих друг за другом материалов.</p>
Регулировка ширины струи	<p><u>Импульсы вкл./ выкл:</u></p> <p>Включение/выключение регулировки ширины струи выполняется по задаваемым импульсам.</p> <p>Анализ импульсов производится только в автоматическом режиме регулировки ширины струи.</p>

Рисунок 1.19. Функции значений экрана параметров

На этом экране может выполняться расширенная регулировка.

Экран расширенной регулировки представлен на рисунке 1.20.

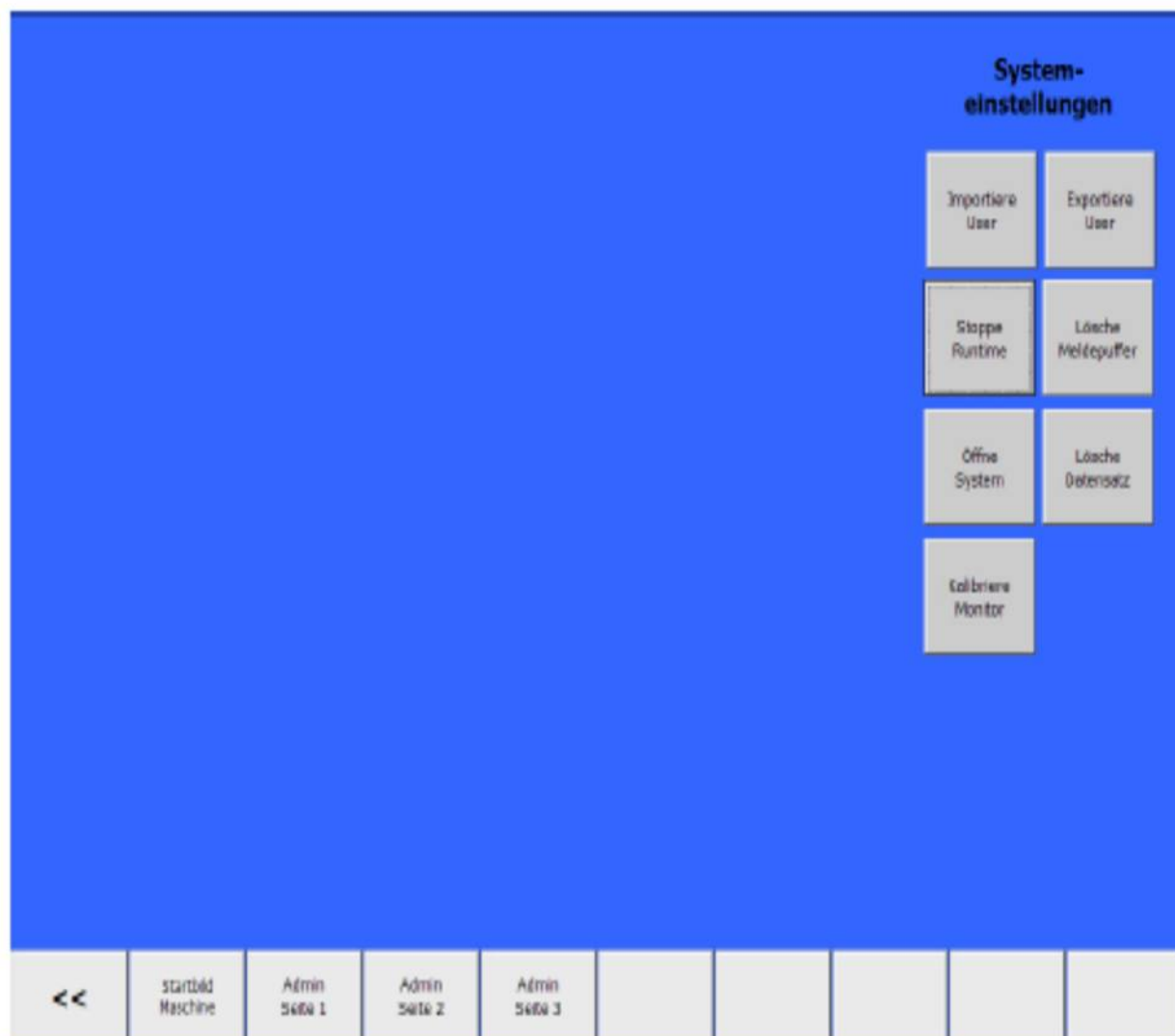


Рисунок 1.20. Расширенная регулировка

Перевод экрана:

Импорт пользователя

Экспорт пользователя

Остановить рабочий цикл

Стереть буфер сигналов

Открыть систему

Стереть набор данных

Проверка монитора

Importiere User

Exportiere User

Stoppe Runtime

Lösche Meldepuffer

Öffne System

Lösche Datensatz

Kalibriere Monitor

Импорт пользователя: пользователи загружаются с платы памяти в устройство управления после избирания.

Экспорт пользователя: загруженные в устройство пользователи и их пароли при избирании путем нажатия на клавишу запоминаются на плате ЗУ устройства управления.

Остановить рабочий цикл: рабочий цикл устройства управления останавливается и связь с ЦПУ отключается.

Стереть буфер сигналов: все сигналы устройства управления стираются в буфере сигналов устройства управления.

Открыть систему: открыть системное управление устройства управления для дальнейшей настройки.

Стереть набор данных: все наборы данных, хранящихся внутри системы, таких как рецепты, стираются.

Проверка монитора: уставки монитора открываются для их проверки.

Все опции кроме импорта пользователя требуют авторизации администратора в системе.

Обзор аварийных остановов и устройств останова участков распределяются следующим образом:

- ладонная кнопка аварийного останова;
- кнопочный выключатель останова участков.

Если нажатием на клавишу Аварийный стоп или Стоп участка будут активированы функции, то сигналы об этом попадают на участок сигналов и на этом экране может быть опрошено их состояние.

Нажатие на клавишу аварийного стопа приводит к полному отключению главного тока. Подача питания 24 В остается (например, для подачи питания на ЦПУ и панель управления).

При нажатии на клавишу останова участка имеющиеся на соответствующем участке приводы отключаются от напряжения и останавливаются.

Экран остановов изображен на рисунке 1.21.

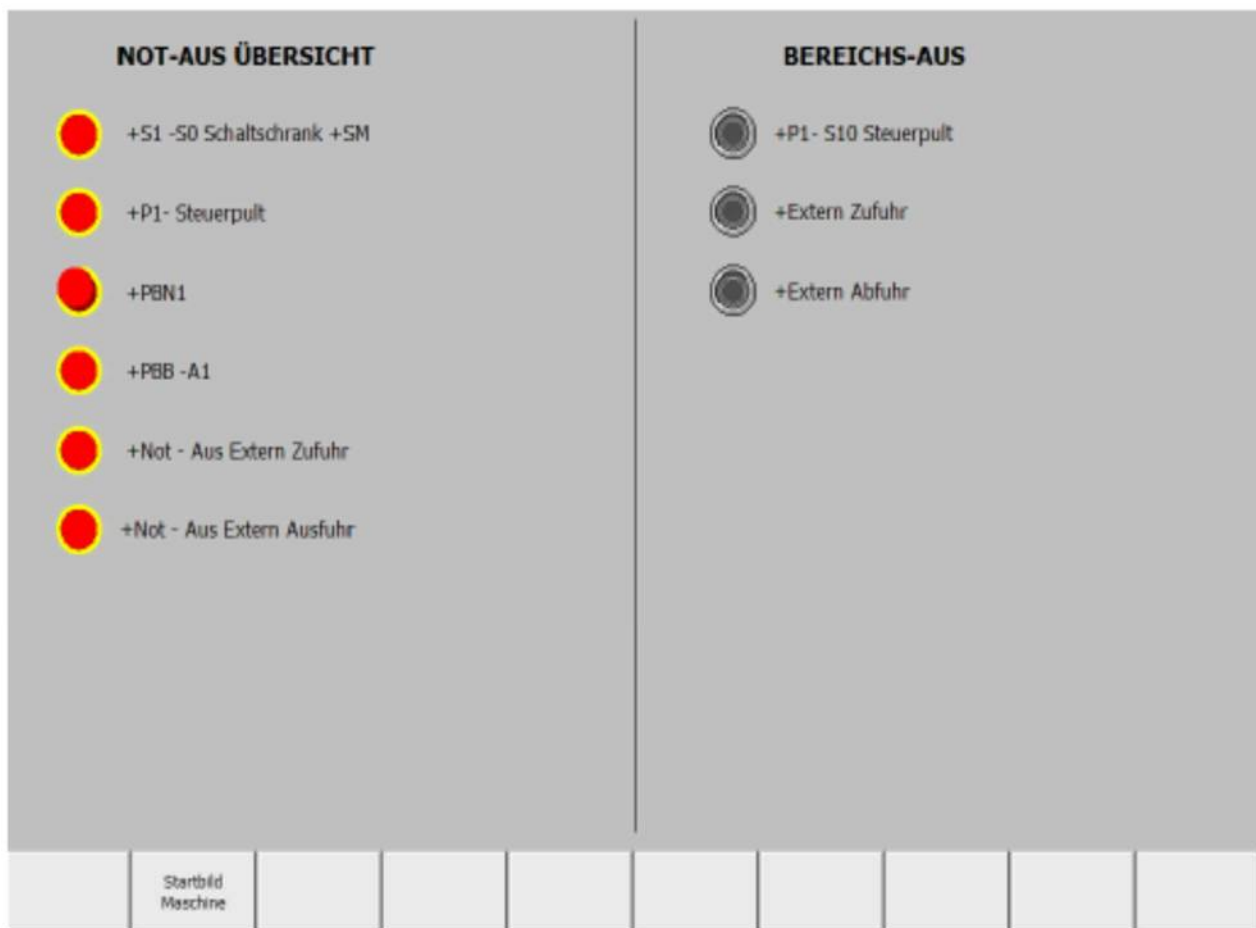


Рисунок 1.21. Аварийный останов и останов устройств

Перевод экрана:

Обзор аварийных остановов

Распредшкаф

Пульт управления

Останов подачи снаружи

Останов вывоза наружу

Останов участка

Not-Aus-Übersicht

Schaltschrank

Steuerpult

Aus extern Zufuhr

Aus extern Ausfuhr

Bereichs-Aus

Если на одном из устройств имеется помеха, например, на децентрализованном периферийном узле, то сигнализация производится на соответствующем устройстве. Возможная помеха будет также показана в окне тревоги в виде сообщения на экране периферийных устройств.

Экран с шиной и периферийными устройствами приведен на рисунке 1.22.

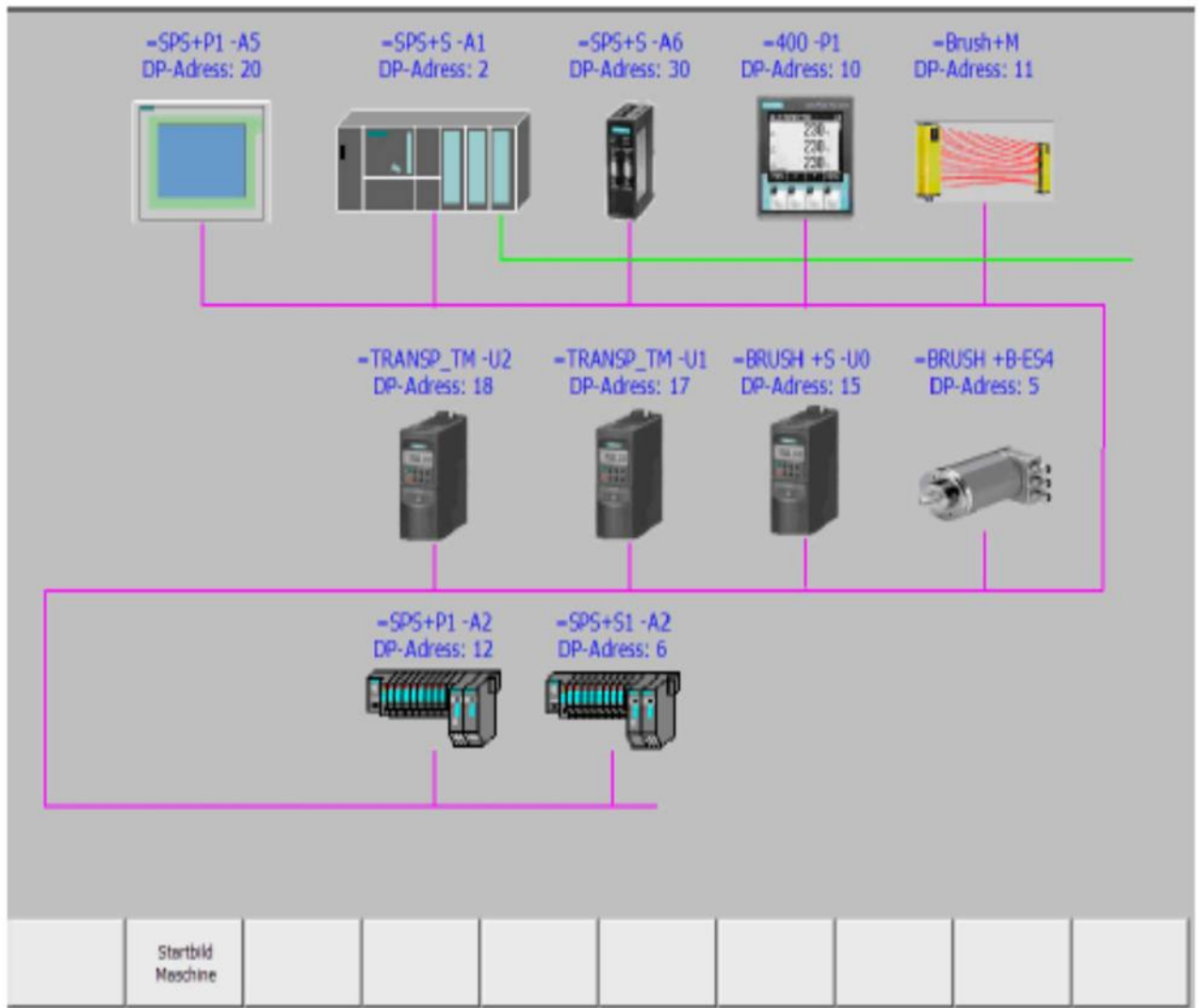


Рисунок 1.22. Обзор шины

Если во время работы появляется сигнал о помехе, то независимо от того, какой экран сейчас открыт, на нем появляется индикатор сигнала об имеющейся помехе (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23. Индикатор сигнала

Нажатие на индикатор сигналов вызывает индикацию всех имеющихся в настоящее время сигналов помех или аварий в окне тревоги.

При помощи клавиши квитирования «Quit» имеющиеся события будут квитированы.

Сигналы могут иметь различные состояния:

- “К” = поступил сигнал
- “G” = сигнал ушел
- “Q” = сигнал квитирован

Если после квитирования помеха ушла, то исчезает также и сигнал.

Экран индикации сигналов изображен на рисунке 1.24.

...	Nr.	Uhrzeit	Datum	Zustand	Text
A...	25	19:28:59	22.01.2009	K	STÖRUNG NOT-AUS PULT +PL1
A...	1432	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 8 NICHT OK
A...	1431	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 7 NICHT OK
A...	1430	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 6 NICHT OK
A...	1429	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 5 NICHT OK
A...	1428	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 4 NICHT OK
A...	1427	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 3 NICHT OK
A...	1426	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 2 NICHT OK
A...	1425	19:28:59	22.01.2009	K	SOFTSTARTER TURBINE 1 NICHT OK
A...	1402	19:28:59	22.01.2009	K	TRANSPORT TM1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	1394	19:28:59	22.01.2009	K	TRANSPORT TM2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	762	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 5 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	754	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 6 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	746	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 3 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	738	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 4 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	730	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	722	19:28:59	22.01.2009	K	ABBLASVENTILATOR 2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	704	19:28:59	22.01.2009	K	B-VERSTELLUNG ÜBERSETZUNG ZU GERING
A...	698	19:28:59	22.01.2009	K	B-VERSTELLUNG MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	694	19:28:59	22.01.2009	K	BÜRSTENVERSTELL. SICHERHEITSBLECH BÜRSTE
A...	666	19:28:59	22.01.2009	K	BÜRSTE 1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	658	19:28:59	22.01.2009	K	BÜRSTE 2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	626	19:28:59	22.01.2009	K	GROBABFUHR MOTORSCHUTZ AUSGELÖST
A...	554	19:28:59	22.01.2009	K	SCHNECKE S1.2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST

Quit

<<
Startbild Maschine
Meldearchiv

Рисунок 1.24. Индикация сигналов

Перевод экрана:

№	Nr.
Время	Uhrzeit
Дата	Datum
Состояние	Zustand
Текст	Text
Помеха на пульте аварийного останова	Störung Not-Aus-Pult
Механизм плавного пуска турбины ... не в порядке	Softstarter Turbine ... Nicht OK
Транспортер ТМ ... сработала защита двигателя	Transport TM ... Motorschutz Ausgelöst
Обдувочный вентилятор ... сработала защита двигателя	Abblasventilator ... Motorschutz Ausgelöst
Регулировка щетки передача слишком мала	B-Verstellung Übersetzung zu Gering
Регулировка щетки сработала защита двигателя	B-Verstellung Motorschutz Ausgelöst
Регулировка щетки предохранительный лист щетки	Bürstenverstell. Sicherheitsblech Bürste
Щетка ... сработала защита двигателя	Bürste ... Motorschutz Ausgelöst
Предварительный вывоз сработала защита двигателя	Grobabfuhr Motorschutz Ausgelöst
Шнековый транспортер S1.2 сработала защита двигателя	Schnecke S1.2 Motorschutz Ausgelöst

В нижнем ряду экрана индикации сигналов может быть вызвано окно архива сигналов, в котором будут показаны все сообщения, запотоколированные и запомненные в устройстве управления.

Экран архива сообщений показан на рисунке 1.25.

	Nr.	Uhrzeit	Datum	Zustand	Text	QGR
Alarme	25	19:34:18	22.01.2009	KQ	STÖRUNG NOT-AUS PULT +PL1	1
Alarme	1432	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 8 NICHT OK	1
Alarme	1431	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 7 NICHT OK	1
Alarme	1430	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 6 NICHT OK	1
Alarme	1429	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 5 NICHT OK	1
Alarme	1428	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 4 NICHT OK	1
Alarme	1427	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 3 NICHT OK	1
Alarme	1426	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 2 NICHT OK	1
Alarme	1425	19:34:18	22.01.2009	KQ	SOFTSTARTER TURBINE 1 NICHT OK	1
Alarme	1402	19:34:18	22.01.2009	KQ	TRANSPORT TM1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	1394	19:34:18	22.01.2009	KQ	TRANSPORT TM2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	762	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 5 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	754	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 6 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	746	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 3 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	738	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 4 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	730	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	722	19:34:18	22.01.2009	KQ	ABBLASVENTILATOR 2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	704	19:34:18	22.01.2009	KQ	B-VERSTELLUNG ÜBERSETZUNG ZU GERING	1
Alarme	698	19:34:18	22.01.2009	KQ	B-VERSTELLUNG MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	694	19:34:18	22.01.2009	KQ	BÜRSTENVERSTELL. SICHERHEITSBLECH BÜRSTE	1
Alarme	666	19:34:18	22.01.2009	KQ	BÜRSTE 1 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1
Alarme	658	19:34:18	22.01.2009	KQ	BÜRSTE 2 MOTORSCHUTZ AUSGELÖST	1

<< Startbild Maschine

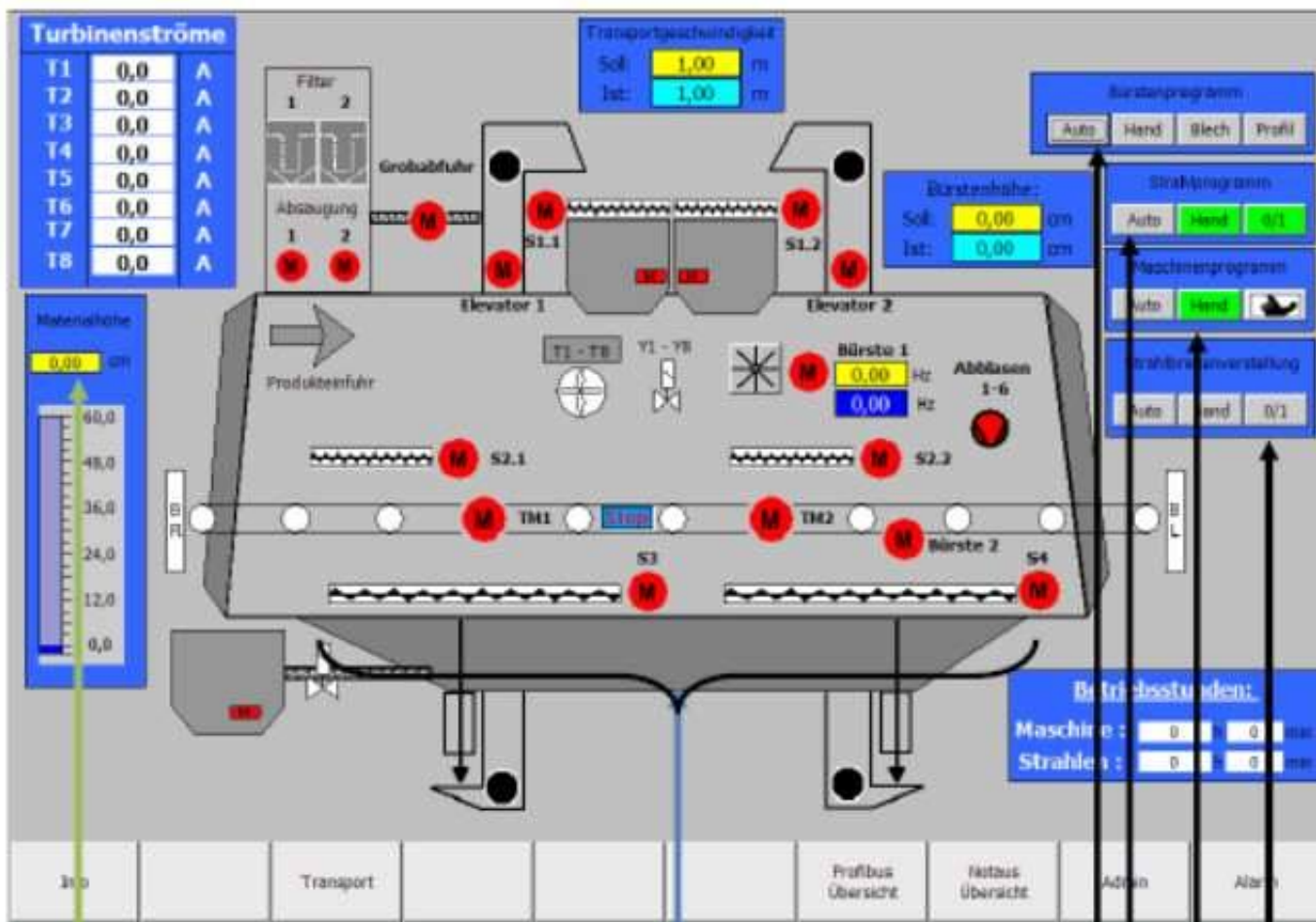
Рисунок 1.25. Экран архива сообщений

В области сигналов тревоги архива сообщений будут показаны все поступившие, квитированные и ушедшие сообщения с указанием номера, времени, даты, состояния и текстового описания сигнала.

Благодаря этому имеется возможность доступа ко всем прошедшим сообщениям. Величина архива сообщений ограничена и по мере достижения максимального количества занесений они по порядку перезаписываются.

Внутри архива сообщений сигналы тревоги квитироваться не могут.

На рисунке 1.26 представлен экран запуска дробеметной установки.



В момент запуска производится предварительный выбор и избирание различных режимов.

Регистрация высота материала с индикацией фактических значений

Здесь производится индикация высоты материала, измеренной на входе в установку.

Приводы внутри установки:

Приводы роляганга установки TM1 и TM2

Чистка фильтра, системы отсоса, элеваторы, приводы шнековых транспорт.

Щетки и обдувка

Предварительный выбор подпрограмм:

Предварительный выбор программы дробеметной очистки, управления установкой, управления щеткой и регулировки ширины струи.

Рисунок 1.26. Экран запуска дробеметной установки

На экране дробеметной установки изображены приводы рольгангов, перемещающих заготовку внутри установки, отсоса пыли, элеваторов и шнековых транспортеров, щеточных и обдувочных механизмов.

На экране также отображаются токи всех восьми дробеметных турбин, скорость и направление транспортировки заготовок, программы и параметры обработки заготовок.

Перевод экрана:

Токи турбин	Turbinenströme
Высота материала	Materialhöhe
Фильтр	Filter
Устройство отсоса	Absaugung
Ввод изделий	Produktenfuhr
Предварительный вывоз	Grobabfuhr
Элеватор	Elevator
Скорость транспортировки	Transportgeschwindigkeit
Высота нахождения щетки	Bürstenhöhe
Заданный	Soll
Фактический	Ist
Щетка	Bürste
Обдувка	Abblasen
Автоматический режим	Auto
Ручной режим	Hand
Лист	Blech
Профиль	Profil
Программа дробеметной очистки	Strahlprogramm
Программа управления установкой	Maschinenprogramm
Регулировка ширины струи	Strahlbreitenverstellung
Рабочих часов	Betriebsstunden
Установка	Maschine
Дробеметная очистка	Strahlen

Информация	Info
Обзор шины цифрового оборудования	Profibus Übersicht
Обзор аварийных остановов	Notaus Übersicht
Администратор	Admin
Тревога	Alarm

Изображенные на экране дробеметной установки приводы имеют цветовую индикацию, сообщающую об их состоянии (рисунок 1.27).

	<u>Двигатели, транспорт и приводы шнековых транспортеров</u>	
	Красный	Имеется помеха
	Красный мигает	Имеется помеха не квитирована
Белый	Привод выключен	
Белый мигает	Привод запускается или останавливается	
Зеленый	Привод включен	
Зеленый мигает	Привод запускается или останавливается	

Рисунок 1.27. Цветовая индикация приводов

Выбирая режим работы машины, можно запустить установку в автоматическом или ручном режиме (рисунок 1.28). Переключение с ручного на автоматический режим или наоборот допускается только если установка отключена или выключены все приводы.



Рисунок 1.28. Выбор режима работы установки

В предварительно выбранном автоматическом режиме установка может быть запущена при помощи мигающей в этом случае нажимной контактной кнопки с подсветкой на пульте управления. Тогда отдельные приводы запускаются в представленной ниже последовательности:

1. очистка фильтра;
2. предварительный вывоз;
3. отсасывающие устройства;
4. элеваторы;
5. приводы шнековых транспортеров;
6. запуск турбин;
7. щетки;
8. обдув.

На рисунке 1.29 представлен экран, на котором приводы для отдельных узлов установки могут вручную и независимо друг от друга включаться/выключаться при нажатии на кнопку ручного режима.

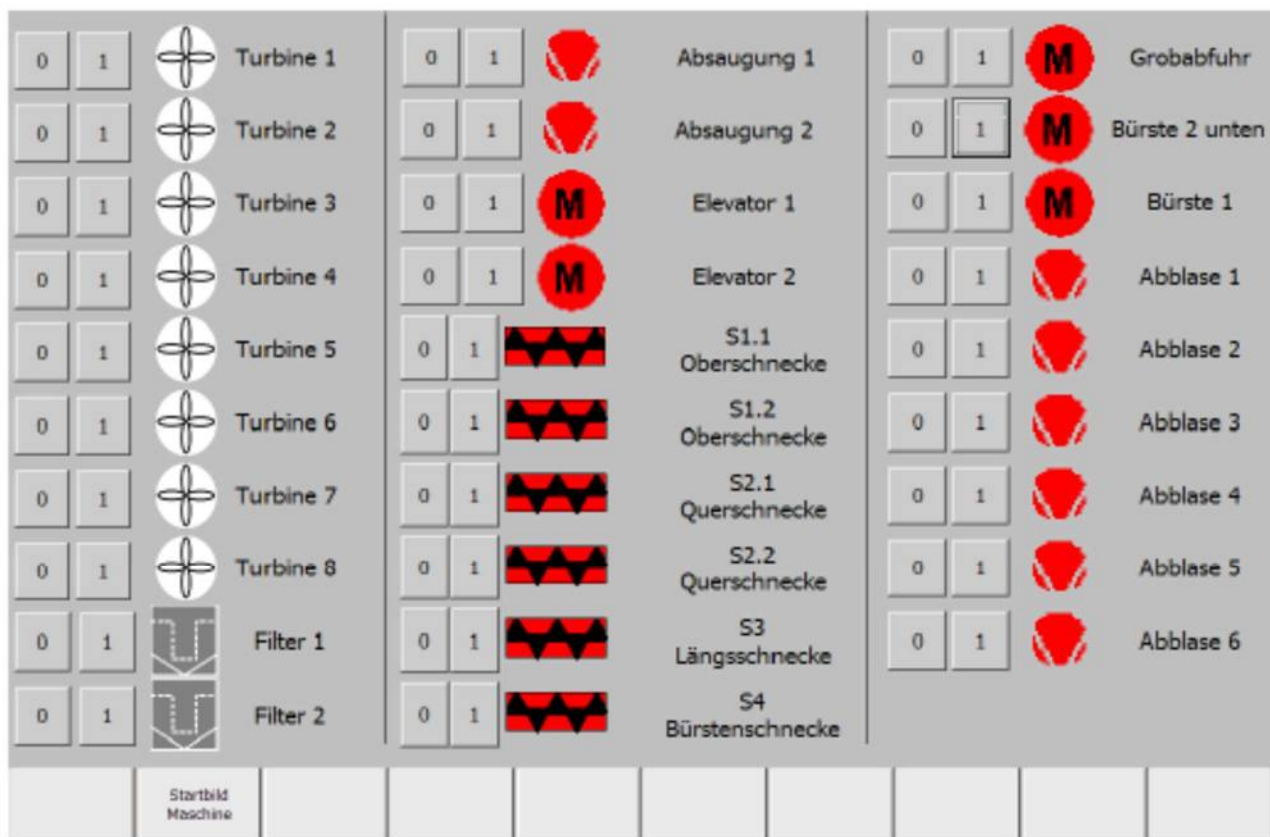


Рисунок 1.29. Ручное управление приводами

Перевод экрана:

Турбина	Turbine
Фильтр	Filter
Отсасывающая система	Absaugung
Элеватор	Elevator
Верхний шнековый транспортер	Oberschnecke
Поперечный шнековый транспортер	Querschnecke
Продольный шнековый транспортер	Längsschnecke
Шнековый транспортер щетки	Bürstenschnecke
Предварительный вывоз	Grobabfuhr
Щетка	Bürste
Внизу	Unten
Обдув	Abblase

В поле «Программа дробеметной очистки» можно выбрать «автоматику», «ручной» и «0/1». За счет этого производится регулирование, когда и как будет открываться и закрываться клапан подачи абразивного средства.

Автоматический режим работы может быть выбран только в том случае, если на участке регистрации материала перед дробеметной установкой не находится материал.

Подача абразивного материала к дробеметным турбинам производится путем открытия клапана подачи.

Если клапан закрыт, дробеметная очистка выключена, открыт – дробеметная очистка включена.

Условиями для открытия клапана являются движение вперед рольганга установки ТМ и работа дробеметной установки.

В окне выбора программы дробеметной очистки может быть сделан предварительный выбор различных видов этой программы.

Экран выбора программы изображен на рисунке 1.30.

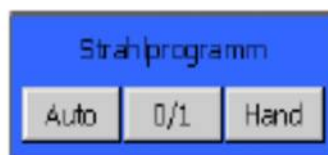


Рисунок 1.30. Выбор программы дробеметной очистки

В ручном режиме клапан подачи абразивного средства открывается, как только рольганг установки ТМ начнет двигаться вперед. Если ТМ останавливается, клапан снова закрывается. Клапан также можно отключить клавишей 0/1, тогда подачи абразивного средства не будет.

Благодаря этому имеется возможность пропустить материал через установку при работающих приводах без дробеметной очистки.

Переход на автоматический режим допускается только, если чувствительный элемент перед установкой не регистрирует материал.

В этом режиме клапан подачи абразивного материала открывается и закрывается при помощи системы слежения за материалом. Если передняя кромка материала достигает начальной точки в камере дробеметной очистки, клапан открывается.

Когда задняя кромка материала покидает конечную точку, клапан закрывается. Слежение за потоком материала осуществляется при помощи счета импульсов рольганга установки ТМ.

Обе точки для включения/выключения дробеметной очистки устанавливаются в меню администратора.

На участке расположения установки имеется бункер для абразивного материала, из которого производится его подача в турбины 1 – 8.

Если один из резервуаров пуст, то его индикатор окрашивается в красный цвет. Если же уровень абразивного материала в бункере в порядке, то цвет индикатора будет зеленым.

На рисунке 1.31 представлен экран бункера абразивного материала, которым обрабатываются заготовки.

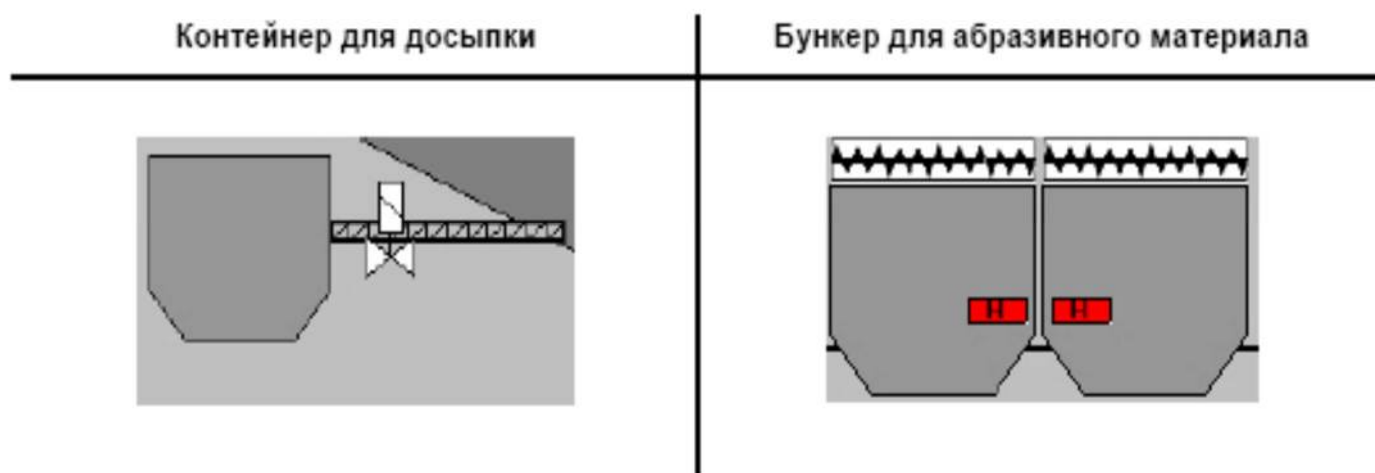


Рисунок 1.31. Заполнение бункера абразивного материала

При запуске установки, прежде чем будут запущены в работу турбины, необходимо проконтролировать все ли чувствительные элементы для индикации уровня «абразивное средство, макс.» закрыты абразивом, чтобы достаточным количеством абразива был гарантирован безупречный режим работы дробеметной очистки.

Если это не так и на пульте управления включилась автоматическая засыпка бункера, то перед запуском первой турбины производится дозасыпка бункера абразивным средством.

При этом необходимо обратить внимание на то, что контейнер для досыпки, расположенный перед элеватором, должен быть заполнен достаточным количеством абразивного средства, чтобы правильно заполнить бункер для подачи средства в турбины.

Если сенсоры «абразивное средство, макс.» снова закрыты абразивным средством, то досыпка прекращается. Остальные приводы, начиная с первой турбины, теперь могут стартовать.

В качестве альтернативы в ручном режиме можно производить досыпку и при полностью запущенной установке, однако только до тех пор, пока кнопка предварительного выбора будет нажата или же чувствительные элементы «абразивное средство, макс.» не будут снова закрыты абразивом.

Благодаря выбору режима регулировки ширины струи может изменяться угол падения струи. Это производится за счет выбора автоматического или ручного режима.

На рисунке 1.32 изображен экран выбора режима регулирования ширины струи абразивного материала.



Рисунок 1.32. Выбор режима регулирования ширины струи

При выборе автоматического режима регулирование ширины струи происходит самой программой.

Если для регулировки ширины струи выбирается автоматический режим и чувствительные элементы в начале транспортера установки сработали, то по импульсам от рольганга установки ТМ происходит отсчет значения, заданного на экране администратора, и затем регулировка угла турбин на заданное значение ширины.

При выборе регулировки вручную положение «широкая» может включаться и выключаться, в этом случае не происходит регистрации чувствительными элементами в начале рольганга установки.

Если на установку не подавалось напряжение, и она снова включается, то по стандарту регулировка ширины струи установлена на автоматику.

Измерение высоты материала производится путем измерения высоты перед установкой. Когда передняя кромка материала доходит до заданной позиции в установке, в автоматическом режиме происходит перемещение щетки на измеренное значение высоты.

Чтобы было достаточно времени для перемещения щетки, устанавливаются две точки переключения. Если разница высоты от первой части до второй больше 20 см, то перемещение щетки производится при достижении точки 1, в остальных случаях - точки 2.

При помощи кнопки по центру экрана запуска дробеметной установки с изображением клапана и надписью “Y1-Y8” может быть выбран обзор дробеметной очистки (рисунок 1.33).

Здесь можно производить установку дозировочных приводов, которые управляют потоком абразивного материала перед турбинами, а также проконтролировать актуальные значения тока турбин, а также состояние 8 клапанов подачи абразивного средства (Q1.1 ÷ Q1.8).

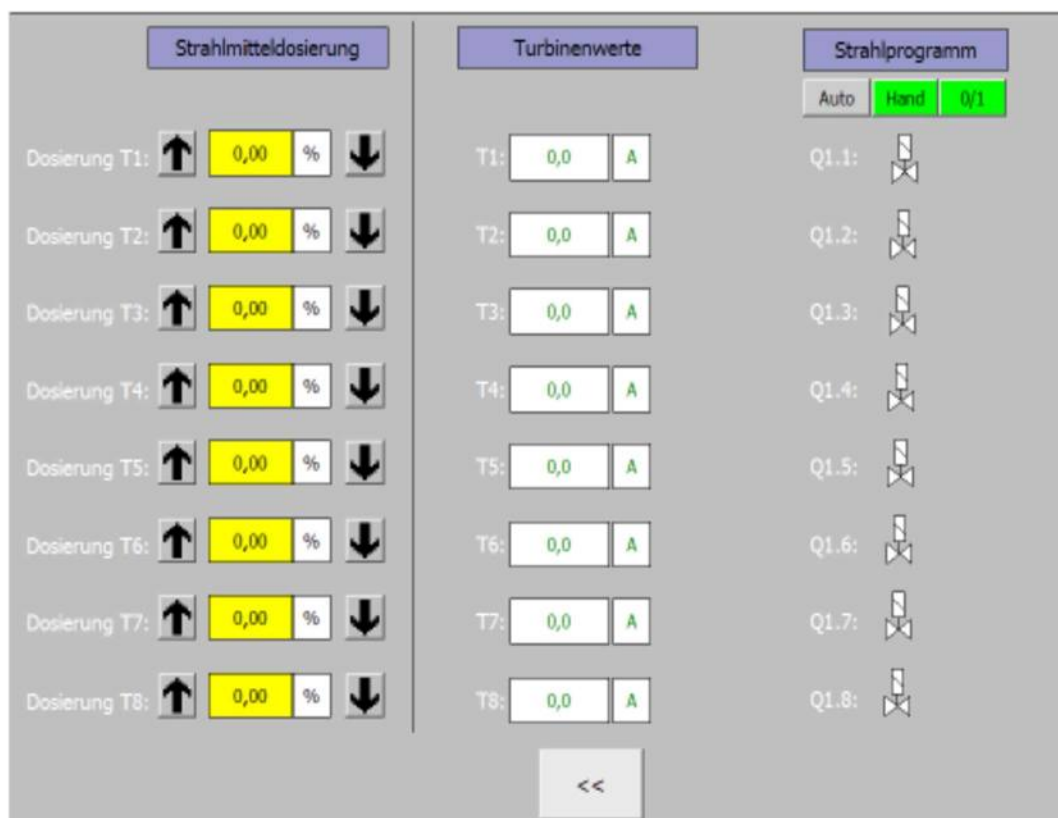


Рисунок 1.33. Экран обзора дробеметной очистки

Перевод экрана:

Дозировка абразивного средства

Strahlmitteldosierung

Значения для турбины

Turbonenwerte

Программа дробеметной очистки

Strahlprogramm

Прежде чем начинать эксплуатацию щетки в автоматическом или ручном режиме, нужно установить для нее опорные значения. Это можно выполнить путем нажатия на кнопку с изображением щетки, расположенной справа от кнопки, вызывающей обзор дробеметной очистки.

При регулировке щетки при помощи датчика абсолютных значений для регистрации ее позиции производится настройка значений кодирующего устройства в субменю.

Экран установки опорных значений для щеток изображен на рисунке 1.34.

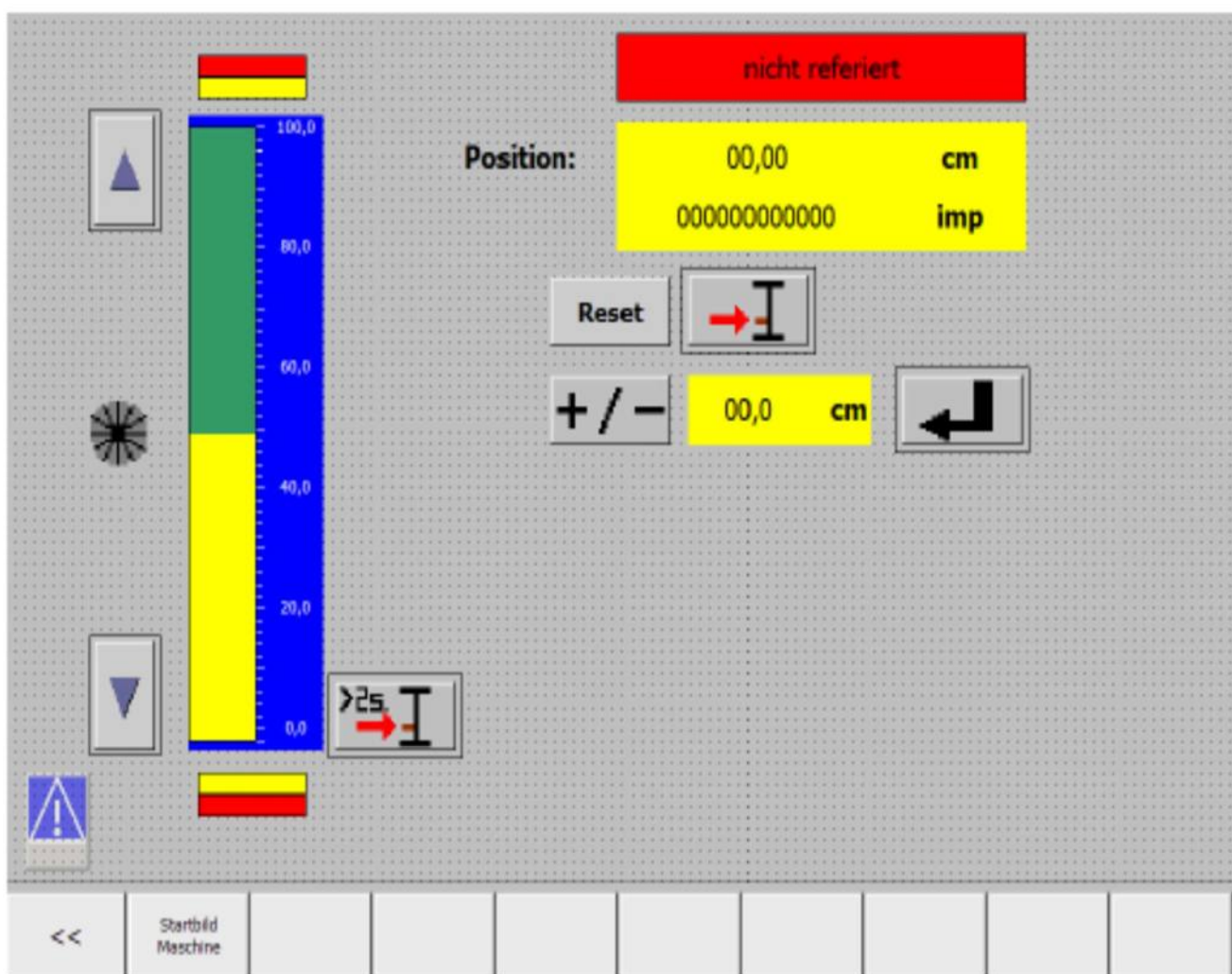


Рисунок 1.34. Установка опорных значений для щеток

Перевод экрана:

Нет опорных значений

nicht referiert

При первом вводе в эксплуатацию опорные значения для привода щетки должны устанавливаться при помощи кнопки, находящейся под желтым полем Positon, с изображением красной горизонтальной стрелки и уровнемера, справа от кнопки Reset. При этом определяются начальная и конечная позиции пути перемещения и передаточное отношение датчика абсолютных значений для определения актуальной позиции привода.

С помощью кнопки Reset происходит сброс опорных значений щетки, кнопки с уровнемером с красной стрелкой и >2s можно установить заново нулевую точку щетки, с помощью +/- осуществляется переход к экрану с установочными значениями для регулировки щетки (рисунок 1.35).



Рисунок 1.35. Установочные значения для щеток

Перевод экрана:

Устанавливаемые значения

Einstellwerte

для регулировки щетки

Bürstenverstellung

Значения гистерезиса

Hysterese-Wert

Позиция щетки наверху	Position Bürste oben
Внизу	unten
Путь за оборот	Weg pro Umdrehung
Вперед	Vorwärts
Назад	Rückwärts

На экране происходит установка опорных значений и диапазона гистерезиса для позиции щеток. Конечные положения позиции определяются посредством выполнения функции «Установка опорных значений».

Корректировка значений возможна путем изменения существующих значений. После авторизации пользователя с соответствующим допуском существует возможность ввести новые значения в бирюзовые поля. Прием данных производится при помощи кнопки с черной стрелкой.

Эти значения запоминаются в рецептуре и после ввода в эксплуатацию повторного ввода не требуют.

В программе работы щетки имеется возможность выбора между обеими автоматическими функциями «лист» (Blech) или «профиль» (Profil) и функцией ручного режима (рисунок 1.36).

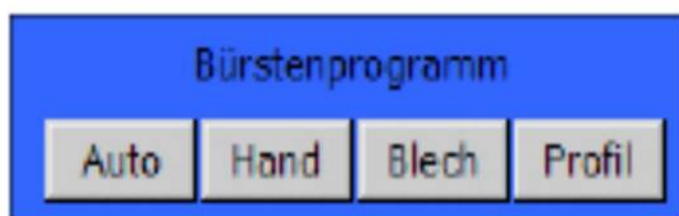


Рисунок 1.36. Выбор программы работы щетки

Условием для переключения на автоматическую программу является отсутствие сигнала измерения, подаваемого чувствительным элементом, измеряющего высоту материала.

Регулировка высоты производится автоматически для отдельных партий.

При помощи сенсора регистрации материала на участке загрузки машины происходит регистрация передней и задней кромки партии материала, обрабатываемого щеткой.

При регистрации передней кромки фоторелейная завеса измеряет высоту партии, и щетка после соответствующего числа импульсов рольганга установки ТМ перемещается на введенную высоту.

Задняя кромка обработанной щеткой партии материала должно обязательно выйти с участка щеточной обработки, прежде чем начнется обработка на высоте следующей партии. Необходимое для этого расстояние между партиями материала рассчитывается по разнице высоты отдельных партий.

Заданная высота щетки соответствует половине измеренной высоты материала, чтобы вычистить абразивное средство даже из профиля внутри.

Переключение осуществляется оператором на корпусе щеточного устройства при помощи переключателя вверх/вниз. При следовании партий материала с различной высотой оператор должен поднастраивать щетку.

Процесс дробеметной обработки производится при регулируемой скорости рольганга. Увеличенная скорость подачи и вывоза материала установлена как постоянная частота на преобразователе частоты соответствующего привода.

До тех пор, пока сенсоры для регистрации материала перед и позади рольганга машины распознают материал, производится управление соответствующих рольгангов с установленной скоростью от машинного рольганга. Когда сенсоры распознавания материала освобождаются, можно в зависимости от предварительно установленной функции произвести переключение на более высокую скорость.

Скорость рольганга может регулироваться для участка дробеметной установки на стартовом экране с 0,5 до 5 м/мин.

Экран со скоростью рольгангов изображен на рисунке 1.37.



Рисунок 1.37. Скорость транспортировки

Обзор линии транспортировки показывает предварительно установленные и прочие транспортные механизмы, приводы которых обслуживаются или управляются не от дробеметной установки фирмы Gietart. Чтобы обеспечить эксплуатацию имеется система коммуникации верхнего уровня с прочими транспортными системами.

Экран обзора линии транспортирования показан на рисунке 1.38.

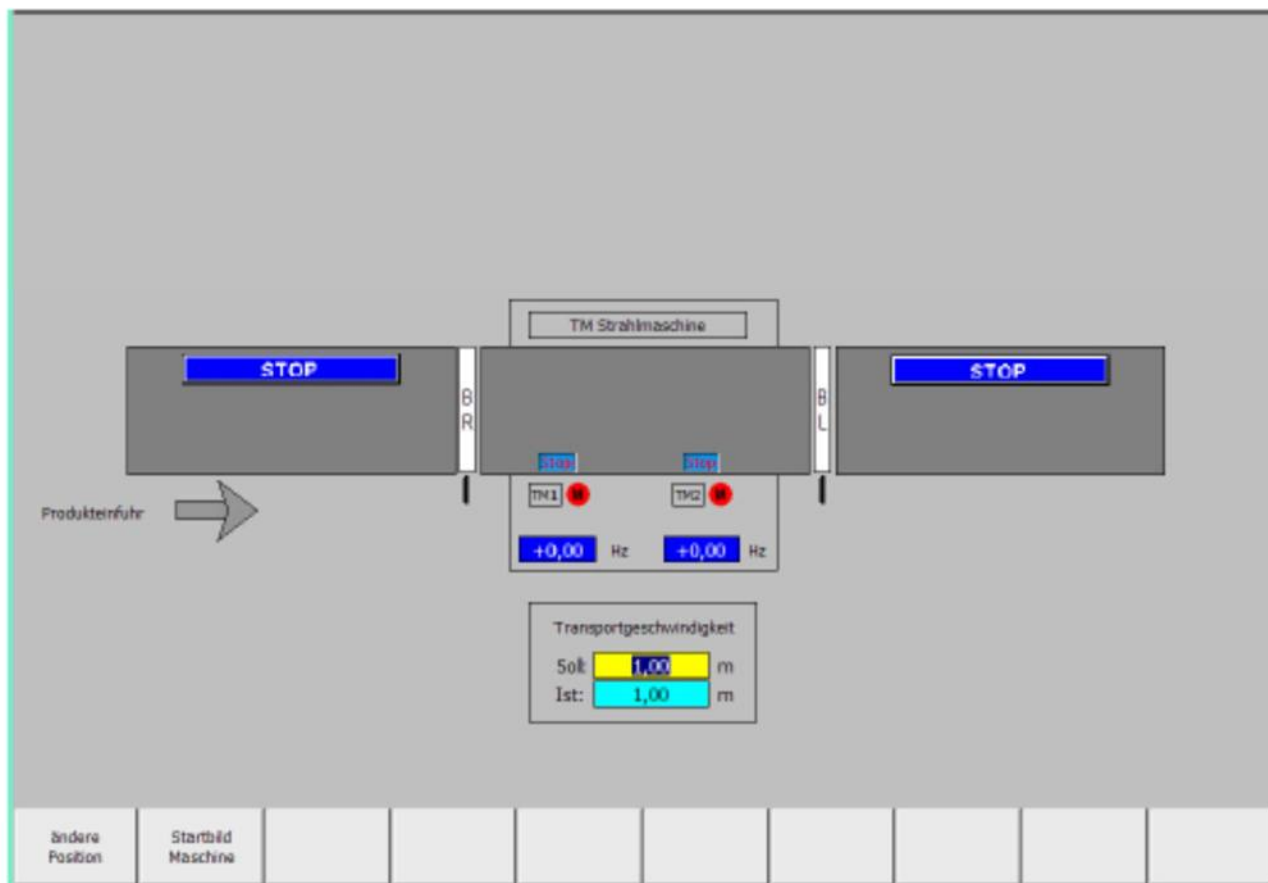


Рисунок 1.38. Обзор линии транспортировки

Перевод экрана:

Транспортер ТМ дробеметной установки

TM Strahlmaschine

Ввод изделия

Prodektenfuhr

Скорость транспортировки

Transportgeschwindigkeit

Заданное значение

Soll

Фактическое значение

Ist

Индикаторы на входном и разгрузочном рольгангах показывают последующее управление в рабочем режиме, в зависимости от коммуникации с системами верхнего уровня.

Сигналы обмена с системой верхнего уровня реализуют следующую индикацию на устройстве управления (рисунок 1.39).






Индикация	Примечание
	Сигнализация состояния Рольганг не в позиции ожидания Сигнал «вперед» не поступил
	Сигнализация состояния Рольганг не в позиции ожидания Сигнал «вперед» поступил
	Сигнализация состояния Рольганг в позиции ожидания Сигнал «вперед» поступил
	Сигнализация состояния Рольганг не в позиции ожидания Сигнал «назад» поступил
	Сигнализация состояния Рольганг не в позиции ожидания Сигнал «назад» поступил

Рисунок 1.39. Экран индикации рольгангов

Транспортируемые через дробеметную установку материалы прослеживаются при помощи различных данных. Для этого отдельные партии материала на загрузочном транспортере получают данные, которые затем передаются на транспортировочный рольганг ТМ (рольганг установки).

Благодаря этому такие данные как, например, номер материала или мощность во время процесса дробеметной очистки, могут передаваться на разгрузочный рольганг.

Система слежения обеспечивает внутри установки (рольганг ТМ) место для максимума в 9 партий.

Если в технологический процесс поступает сигнал, что на подающем, машинном (ТМ) или разгрузочном рольганге имеется партия материала, то задается соответствующая позиция, например, позиция пакета данных 1, при помощи вводимого индекса от 0 до 6, в зависимости от вышестоящей системы управления. Индекс содержит тип различных данных.

Экран обзора с данными о слежении за изделием изображен на рисунке 1.39

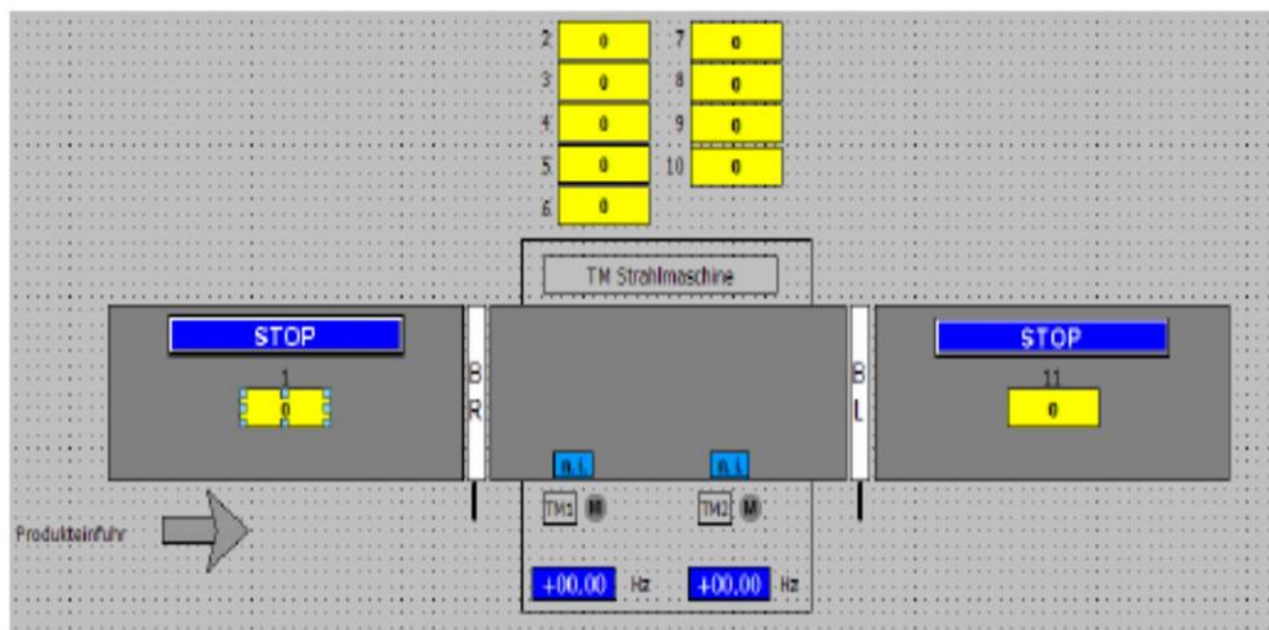


Рисунок 1.39. Обзор данных слежения за изделием

Если по какой-либо причине пакет данных попадет в неправильную позицию, то этот пакет данных может быть или перемещен из позиции А в позицию Б или же полностью стерт.

Экран перемещения или удаления пакета данных приведен на рисунке 1.40.

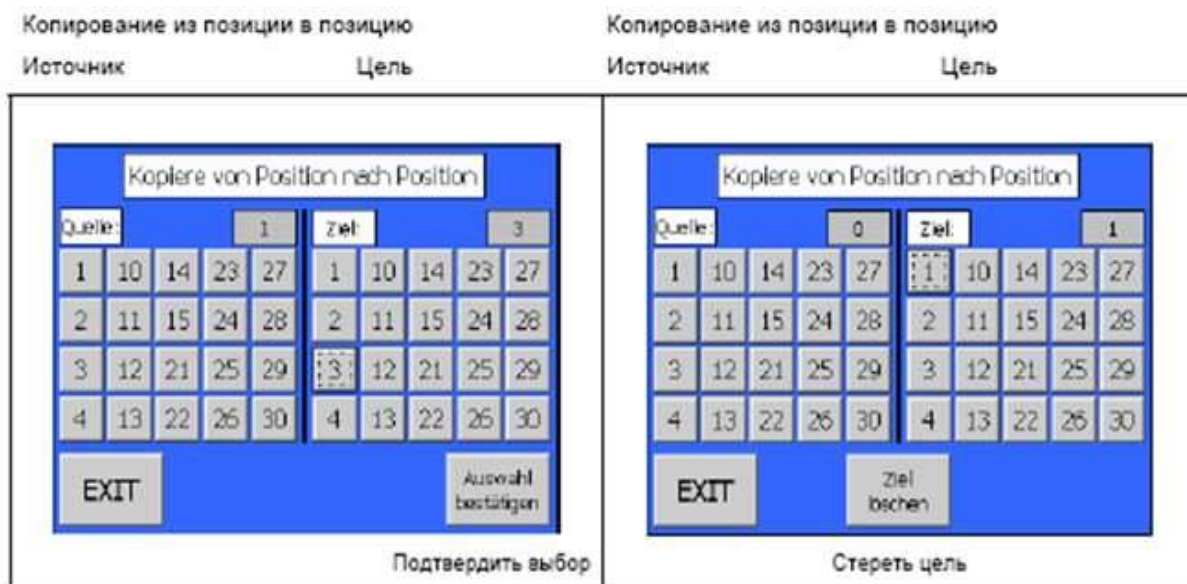


Рисунок 1.40. Обзор данных слежения за изделием

На левой части рисунка показан процесс копирования позиции. Если позиция, на которой больше нет материала, должна быть перенесена, то сначала вводится позиция-источник, затем позиция-цель.

Нажатию кнопки “Auswahl bestätigen” (Подтверждение выбора) производится перемещение данных из источника в цель.

На правой части рисунка показан процесс удаления позиции. Если позиция, на которой больше нет материала, должна быть стерта, то это можно выполнить путем ввода целевого номера.

Нажатию кнопки “Ziel löschen” (Стереть цель) производится стирание позиции пакета данных.

1.3 Описание системы привода

Струйно-реактивные турбины приводятся в движение регулируемым электроприводом с трехфазным асинхронным серводвигателем.

Серводвигатель обладает большой мощностью по сравнению с габаритами и массой двигателя [4], большим ускорением и крутящим моментом на любой скорости, что необходимо для обеспечения требуемых динамических

характеристик. Наличие энкодера в составе серводвигателя позволяет использовать обратную связь для требуемого позиционирования вала.

Среди достоинств серводвигателей также отсутствие явлений резонанса и вибрации, тихая работа на высоких скоростях и низкий нагрев [5].

Скорость вращения вала серводвигателя будет регулироваться благодаря изменению частоты напряжения питания с помощью преобразователя частоты.

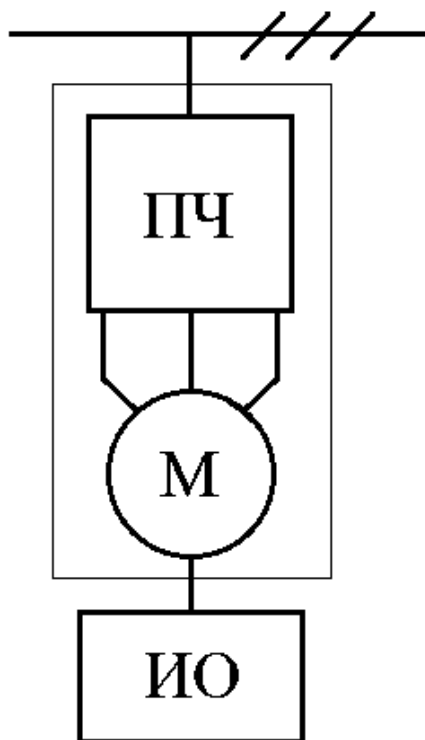


Рисунок 1.41. Упрощенная схема электропривода: ПЧ – преобразователь частоты, М – электродвигатель, ИО – исполнительный орган

Таким образом, по полученным данным оставим в работе уже действующие серводвигатели АВВ М2QA 250 М2А мощностью 55 кВт.

Характеристики двигателя представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Характеристики двигателя

Характеристика	Значение
Номинальная мощность P_n , кВт	55
Номинальное линейное напряжение статора U_{1n} , В	380
Номинальная частота вращения N_n , об/мин	2956
Номинальный ток I , А	100

Таблица 1.3. Продолжение

Номинальный момент двигателя M_n , Н м	177
Перегрузочная способность по моменту λ	2,7
КПД, %	93,2
Коэффициент мощности $\cos\varphi$	0,90
Момент инерции $J_{дв}$, кг·м ²	0,3784
Масса m , кг	390

1.4 Выбор основного силового оборудования

Целью подбора преобразователя частоты (ПЧ) является обеспечение качественного управления действующими мощностями, контроля технологического процесса, а также рационального использования электроэнергии [6]. Преобразователь частоты способен регулировать частоту вращения вала двигателя, изменяя частоту питающего напряжения.

Выбор ПЧ основывается на требованиях, предъявляемых к данному приводу, среди которых границы рабочих скоростей и моментов двигателя, характер нагрузки и циклограмма работы [7].

Также следует учитывать конструктивные особенности преобразователя частоты, такие как необходимая степень защиты (IP), его геометрические размеры, возможность выноса пульта управления и т.д.

Основными критериями выбора преобразователя частоты служат величины питающего напряжения и потребляемого тока двигателя. ПЧ должен обеспечивать высокий пусковой момент или быстрое ускорение и замедление, поэтому его мощность не должна быть меньше мощности двигателя. Номинальный ток, потребляемый ПЧ, также должен быть больше номинального тока двигателя.

Преобразователь частоты также ограничивает пусковой ток двигателя по уровню (1.2-1.7 от номинального тока ПЧ) и по времени действия

(до 60 секунд). Поэтому при механической нагрузке с большой инерционностью может потребоваться большое время разгона.

Чтобы избежать долгого разгона, следует взять преобразователь частоты, чья номинальная мощность намного превышает мощность двигателя [8].

Для целей частотного регулирования выберем частотный преобразователь Siemens Sinamics G120 с силовым модулем PM240-2 6SL3210-1PE34-8AL0, т.к. его мощность составляет 250 кВт, что позволяет подключить к нему сразу 4 турбины суммарной мощностью 220 кВт.

Siemens Sinamics G120 подходит для любых применений в любой промышленности [9]. Преобразователь частоты обладает продвинутой системой охлаждения и модульной конструкцией, повышающей удобство монтажа, эксплуатации и ремонта.

Силовой модуль обеспечивает безопасное торможение после сбоя электропитания с использованием кинетической энергии, получаемой в результате нагрузки. Двигатель подключен непосредственно к этому модулю.

Характеристики преобразователя частоты представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4. Характеристики преобразователя частоты

Характеристика	Значение
Питающее напряжение, В	380-480 В \pm 10%
Номинальная мощность, кВт	250
Номинальный входной ток, А	400-470
Частота питающей сети, Гц	47-63
Номинальный выходной ток, А	477-740
Номинальное выходное напряжение, В	400
Рабочая температура, °С	-20 – 40
Ширина, мм	305
Высота, мм	1000
Глубина, мм	357
Примерная масса, кг	119,4

Для возможности управления преобразователем частоты его необходимо соединить с контроллером, для чего применяется блок управления, контролирующей силовой модель и подключенный двигатель [10].

Поскольку коммуникация происходит посредством интерфейса Profibus, выберем управляющий модуль, поддерживающий данный интерфейс.

В качестве управляющего блока выберем CU240E-2 DP 6SL3244-0BB12-1PA1 ценой в 415 евро, поскольку он удовлетворяет предъявляемым требованиям и дешевле управляющих модулей с аналогичными функциями на 140-155 евро.

Управляющий блок преобразователя частоты изображен на рисунке 1.42.



Рисунок 1.42. Управляющий блок

1.4.1 Состав силовой части преобразователя частоты

Схема преобразователя частоты содержит два преобразователя напряжения. Первый преобразователь работает со стороны сети в выпрямительном режиме (неуправляемый выпрямитель напряжения), второй – со стороны двигателя в инверторном режиме (автономный инвертор напряжения). Таким образом, идет преобразование энергии АС-DC-АС с изменением частоты напряжения, подводимого к двигателю.

Для сглаживания бросков тока и гармоник, а также для уменьшения электромагнитных помех в звено постоянного тока преобразователя частоты устанавливаются LC-фильтр [11].

В совокупности в состав силовой части преобразователя частоты входят следующие компоненты:

- главный автоматический выключатель, предназначенный для защиты полупроводниковых приборов и кабелей;
- главный контактор цепи питания для коммутации электрической цепи в нормальном режиме;
- входной фильтр для подавления помех;
- блок неуправляемого выпрямителя, производящий преобразование АС-DC;
- индуктивно-емкостной фильтр цепи постоянного тока с блоком предварительного заряда конденсатора;
- трехфазный автономный инвертор напряжения, производящий преобразование DC-АС, выполненный на базе шестиключевого IGBT-блока, управляемый с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ);
- выходной фильтр, предназначенный для защиты выходной цепи от перегрузки, сглаживания фронтов и уменьшения выбросов напряжения на зажимах двигателя.

Силовая схема привода представлена на рисунке 1.43.

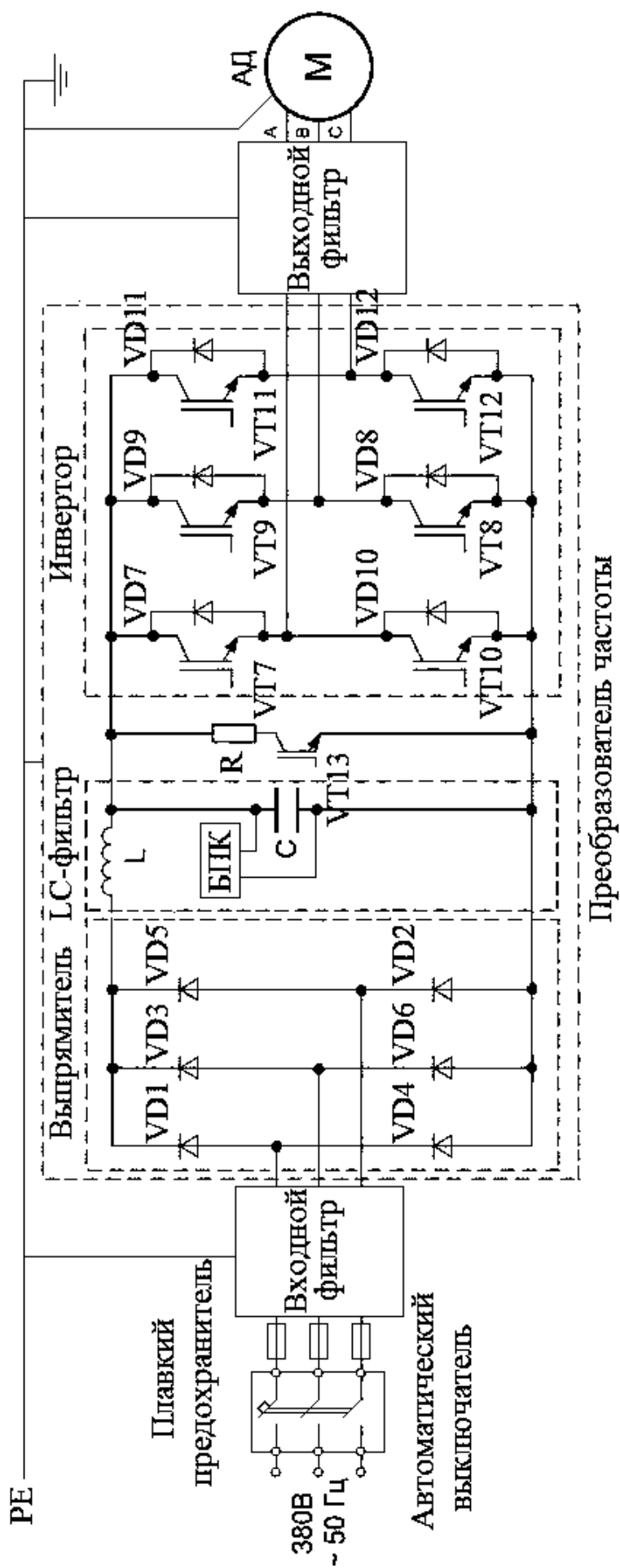


Рисунок 1.43. Упрощенная силовая схема привода

1.5 Защиты привода, расчет уставок защитных устройств

1.5.1 Виды аварийных ситуаций, способы их предотвращения

Надежная работа привода возможна лишь при условии наличия защиты от внештатных ситуаций и предотвращения аварийных режимов.

Защита привода необходима как для защиты самого оборудования от выхода из строя, так и персонала от производственных травм.

Вид и параметры защитных устройств определяет характер возникающих аварийных ситуаций. Основными видами защит являются защита от коротких замыканий и защита от перегрузки.

Защита от короткого замыкания разрывает силовую цепь при появлении в ней тока короткого замыкания.

Мерами защиты от повреждения оборудования током короткого замыкания являются установка токоограничивающих реакторов, работающих как индуктивность, а также быстродействующее отключающее оборудование: плавкие предохранители и автоматические выключатели [12].

Защита от перегрузки предохраняет двигатель от перегрева, как значительного кратковременного, так и длительного незначительного. При перегреве двигателя происходит разрушение изоляции обмоток статора, что приводит к их замыканию и негодности двигателя [13].

Для защиты двигателя от тепловых перегрузок применяют электромагнитные, тепловые и температурные реле, а также автоматические выключатели.

1.5.2 Защита электродвигателя привода турбин дробемета листа

Для аварийного отключения питания двигателя применяют автоматические выключатели.

Для выбранного силового модуля рекомендуется силовой выключатель 3VM1116-3ED32-0AA0 с номинальным током 160 А и стандартной отключающей способностью 25 кА (рисунок 1.44).



Рисунок 1.44. Силовой выключатель 3VM1116-3ED32-0AA0

Поскольку выходные ток и напряжение частотного преобразователя имеют искаженную приближенно синусоидальную форму с большим количеством гармонических помех, а неуправляемый выпрямитель потребляет нелинейный ток, который загрязняет электрическую сеть высшими гармониками, питание обмоток двигателя таким током приводит к усилению шума работы двигателя, ускоренным эрозии подшипников и старении изоляции, что в свою очередь увеличивает вероятность теплового и электрического пробоя.

Кроме того, преобразователи частоты могут быть источником сильных электромагнитных помех, оказывая негативное влияние на другое электрическое оборудование данной сети.

Для снижения отрицательного воздействия искажений, возникающих в процессе работы преобразователя частоты, на электрическое оборудование применяют входные и выходные фильтры [14].

Входной фильтр служит для ослабления негативного влияния на сеть, оказываемого выпрямителем и инвертором. В состав входного фильтра входят сетевые дроссель и фильтр.

Сетевой дроссель защищает электрическую сеть от высших гармоник (5, 7, 11 порядка с частотами 250, 350, 550 Гц) и предохраняет преобразователь частоты от скачков питающих напряжения и тока. С выбранным силовым модулем используется сетевой дроссель 6SL3000-2BE35-0AA0 (рисунок 1.45).



Рисунок 1.45. Сетевой дроссель 6SL3000-2BE35-0AA0

Сетевой фильтр (ЭМИ-фильтр) предназначен для снижения электромагнитного излучения, создаваемого силовыми кабелями, для достижения электромагнитной совместимости с оборудованием, для которого критичен уровень помех питающей электросети. Для выбранного силового модуля используется сетевой фильтр 6SL3000-0BE36-0AA0 (рисунок 1.46).



Рисунок 1.46. Сетевой фильтр 6SL3000-0BE36-0AA0

Выходной фильтр служит для ослабления помех, создаваемых инвертором с широтно-импульсным методом управления и внешними воздействиями. Выходным фильтром в данном приводе является синусоидальный фильтр, обеспечивающий сглаживание синусоидальных форм тока и напряжения, а также подавляющий высокие частоты. Синусоидальный фильтр способствует снижению шума и нагрева двигателя, уменьшает потери в преобразователе частоты. Для выбранного силового модуля используется синусоидальный фильтр 6SL3000-2CE33-3AA0 (рисунок 1.47).



Рисунок 1.47. Синусоидальный фильтр 6SL3000-2CE33-3AA0

Для обеспечения электробезопасности при потере изоляции применяется заземление корпусов электрооборудования с помощью защитного РЕ-проводника.

2 РАЗРАБОТКА САУ

2.1 Разработка архитектуры системы автоматизации

Любая автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) состоит из трех уровней.

Нижний уровень: уровень оборудования (входов-выходов, Input/Output level) [15]. Этот уровень представлен измерительными устройствами, контролирующими технологические параметры и исполнительными механизмами, воздействующих на эти параметры, приводя их в соответствие с технологическим заданием.

Средний уровень: уровень управления оборудованием (контроллеров с программируемой логикой, ПЛК-PLC – Programmable Logic Controller). Контроллер получает информацию с измерительных приборов о состоянии технологического процесса, формирует управляющие команды в соответствии с алгоритмом на исполнительные механизмы.

Верхний уровень: уровень сетевого оборудования, промышленного сервера, операторских и диспетчерских станций (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition, MES – Manufacturing Execution System). На этом уровне ведется контроль над ходом производственного процесса: ведется сбор данных с нижних уровней, происходит визуализация технологического процесса. На этом уровне задействован человек-оператор, взаимодействующий с технологическим оборудованием посредством человеко-машинного интерфейса (HMI – Human-Machine Interface). К этому уровню относятся мониторы и графические панели, устанавливаемые на пультах управления и шкафах с оборудованием автоматики.

Система SCADA является программным обеспечением, собирающим и визуализирующим поступающую информацию.

MES – специализированное программное обеспечение, предназначенное для синхронизации, координации, анализа и оптимизации технологического процесса [16].

На рисунке 2.1 представлена схема нижнего и среднего уровня системы автоматизации установки дробемета листа.

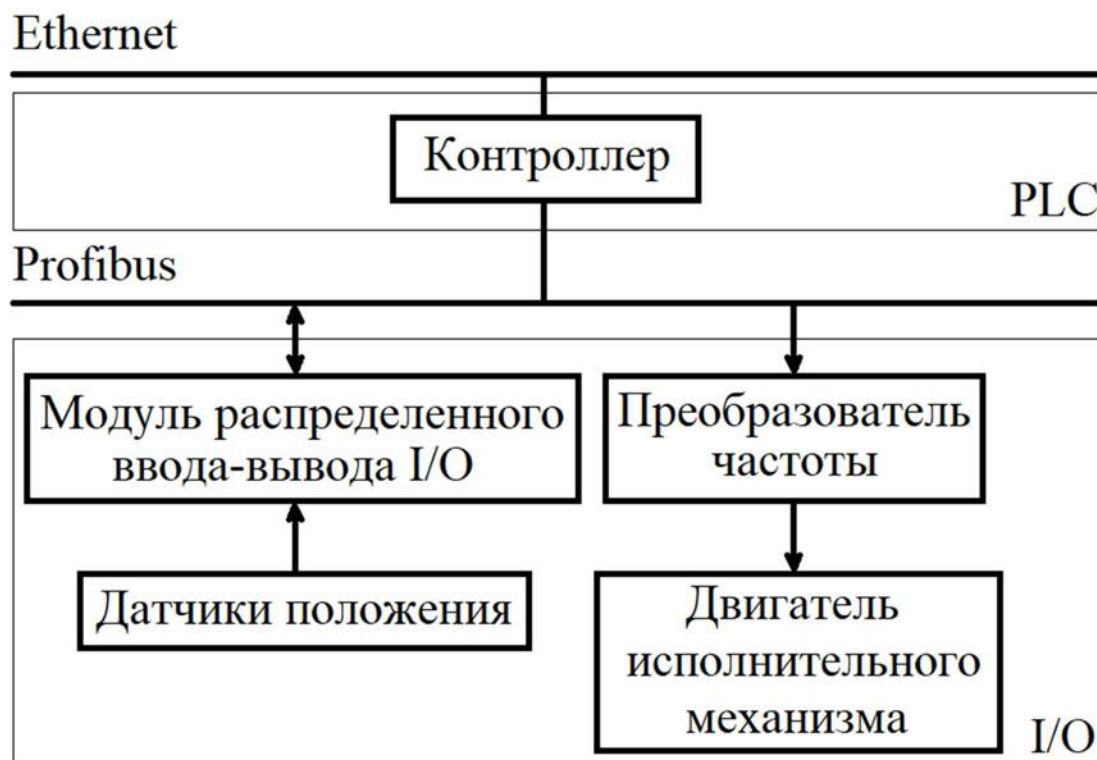


Рисунок 2.1. Архитектура системы автоматизации

На полевом уровне расположены датчики индуктивности, отслеживающие наличие и положение заготовок на производственной линии, подключенные к модулю распределенного ввода-вывода, и двигатель исполнительного механизма, частота вращения вала которого управляется посредством преобразователя частоты.

На PLC уровне промышленный контроллер посредством сети PROFIBUS получает данные датчиков индуктивности с модуля распределенного ввода-вывода, а также отправляет управляющие команды на преобразователь частоты.

Далее, по сети Ethernet контроллер отправляет данные на вышестоящий уровень SCADA и MES систем.

2.2 Выбор контроллеров и датчиков технологических координат

Для построения сети автоматизированного управления технологическим процессом применяются контроллеры с программируемой логикой.

Исходя из особенностей технологического процесса выберем контроллер Siemens Simatic S7-1500.

Контроллер Simatic S7-1500 используется для решения задач среднего и высокого уровня сложности. Устройство принадлежит к новейшему семейству контроллеров, превосходящему предыдущую серию по быстродействию, набору функций, скорости реакции на происходящие во время производства процесса события [17].

Контроллер Simatic S7-1500 имеет модульную конструкцию и включает в себя следующие компоненты:

Модуль центрального процессора (CPU – Central Processing Unit). Процессоры используются для выполнения кода программы. В зависимости от технологического процесса применяются различные модули CPU, отличающиеся объемом доступной памяти, производительностью, наличием встроенных портов ввода-вывода, видом и количеством коммуникационных интерфейсов и иных специальных функций.

Сигнальные модули (SM – Signal Module). Сигнальные модули предназначены для ввода-вывода дискретных/аналоговых сигналов.

Коммуникационные процессоры (CP – Communication Processor). Коммуникационные процессоры предназначены для включения в различные виды промышленных сетей [18].

Функциональные модули (FM – Function Module). Функциональные модули выполняют определенные типовые задачи автоматизации, тем самым разгружая центральный процессор. Модули оснащены собственным микропроцессором, что позволяет им выполнять свои задачи даже в случае остановки процессора основного контроллера.

Интерфейсные модули (IM – Interface Module). Интерфейсные модули позволяют объединить стойки с центральным процессором и станциями распределенного ввода-вывода.

Блоки питания (PS – Power Source). Блоки питания преобразовывают переменное или постоянное напряжение источника питания в необходимое для функционирования станции.

Сеть ввода-вывода контроллера S7-1500 включает в себя локальную и распределенную системы ввода и вывода данных.

Локальная система ввода-вывода образуется модулями, которые устанавливаются непосредственно в монтажные стойки контроллера.

Распределенная система ввода-вывода представлена станциями удаленного ввода-вывода и устройствами полевого уровня, которые к ним подключены, сообщаясь с контроллером посредством промышленных сетей, таких как PROFINET или PROFIBUS.

Максимальное число подключаемых модулей локальной системы ввода-вывода зависит от типа центрального процессора, используемого контроллером.

Для целей автоматизации оставим уже существующий центральный процессор CPU 1511C-1 PN (рисунок 2.2). Его функциональных возможностей достаточно для обеспечения работы технологических агрегатов.



Рисунок 2.2. Центральный процессор CPU 1511C-1 PN

Центральный процессор комплектуется встроенными модулями ввода и вывода, а также съемным дисплеем, с помощью которого можно изменить различные параметры контроллера, такие как IP-адрес или имя станции без применения программатора [19].

Чтобы подключить контроллер к управляющему блоку преобразователя частоты через интерфейс Profibus необходим коммуникационный процессор или модуль, т.к. выбранный блок CPU этого интерфейса не имеет.

Для подключения контроллера к сети Profibus используется модуль CP 1542-5 6GK7 542-5FX00-0XE0 (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3. Коммуникационный процессор CP 1542-5

Выбор был сделан в пользу коммуникационного процессора вместо модуля, т.к. мощности контроллера 1500 серии достаточно для сопровождения технологического процесса.

Также коммуникационный процессор значительно дешевле коммуникационного модуля (495 против 785 евро).

В качестве датчиков положения выступают датчики индуктивности EGE-Elektronik INS 30154 (рисунок 2.4).



Рисунок 2.4. Датчик индуктивности EGE-Elektronik

Для питания контроллера и датчиков технологических координат служат блоки питания, преобразующие напряжение и силу тока сети в напряжение и силу тока контроллера и датчиков.

Блок питания SITOP PSU300S преобразует 380 В сети в 24 В (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5. Блок питания SITOP PSU300S

Блоком питания для выбранного контроллера служит модуль 6ES7505-0КА00-0АВ0 (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6. Блок питания контроллера

2.3 Разработка схемы соединения элементов автоматизации

Разработка схема соединения производилась в программной среде Eplan с использованием модулей Electric для создания электрических схем и ProPanel для 3D моделирования электротехнических шкафов.

EPLAN Software & Service GmbH & Co. KG является разработчиком и поставщиком программного обеспечения и глобальных инжиниринговых решений и относится к ведущим фирмам по разработке программного обеспечения / систем автоматизированного проектирования для отраслевых решений [20].

Электрические схемы соединения представлены в приложении А.

Трассировка на 3D-модели показана на рисунке 2.7.

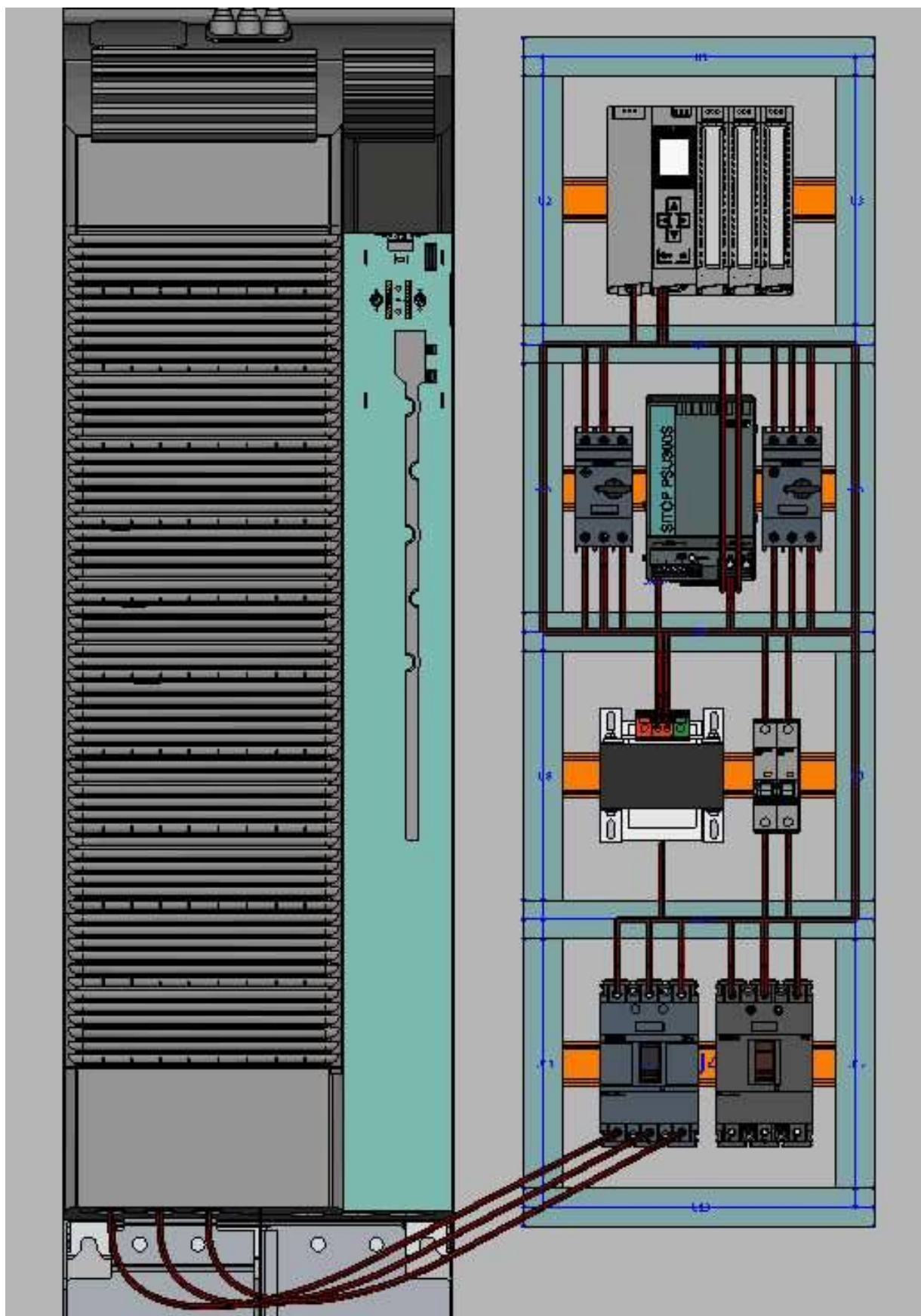


Рисунок 2.7. Трассировка электротехнического шкафа

2.3.1 Соединение контроллера с преобразователем частоты

Интерфейс PROFIBUS DP обеспечивает выполнение следующих функций:

- Циклическая коммуникация, когда отправитель и получатель информации периодически меняются местами [21];

- Ациклическая (линейная) коммуникация;
- Аварийные диагностические сообщения.

Структура промышленной сети Profibus изображена на рисунке 2.8.

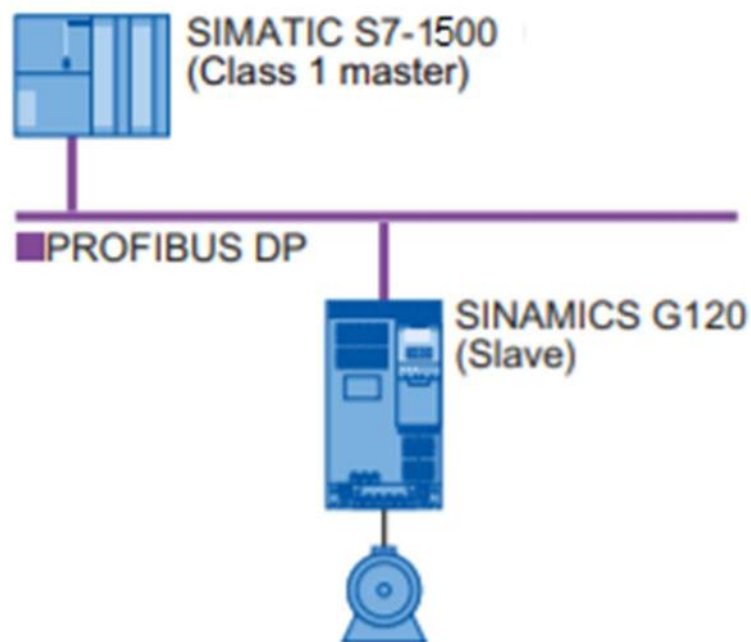


Рисунок 2.8. Коммуникация через Profibus

Для интеграции преобразователя частоты в сеть Profibus необходимо соединить его с системой шин посредством кабеля Profibus.

Максимально допустимая длина кабелей составляет 100 м при скорости передачи данных 1 Мбит/с.

Затем необходимо запитать преобразователь внешним напряжением в 24 В, чтобы сохранить коммуникацию с системой управления в установке при отключенном сетевом напряжении.

Настройка коммуникации в системе управления SIMATIC становится возможной, если преобразователь частоты указан в библиотеке аппаратной части HW-Konfig.

Если преобразователь частоты не указан в библиотеке аппаратной части HW-Konfig, то необходимо установить актуальную версию STARTER (утилита для пусконаладки преобразователей частоты).

Адрес преобразователя частоты в сети PROFIBUS можно настроить при помощи переключателей адресов (аппаратный способ) на управляющем модуле, через параметр P0918 преобразователя или же в STARTER.

Приоритет имеет аппаратный адрес, т.е. для установки адреса с помощью параметра переключателя адресов должны быть в нижнем положении.

Структура рабочих данных при циклическом обмене информацией в промышленной сети подразделяется на две области, которые могут передаваться в любой телеграмме:

- Область параметров (PKW). Эта область используется для считывания/записи значений параметров;
- Область данных процесса (PZD). В этой области используются управляющие слова и уставки, а также информация о различных состояниях и фактические значения.

Данные о рабочем процессе передаются постоянно, привод обрабатывает их по в кратчайшее время по наивысшему приоритету. С помощью этих данных система автоматизации осуществляет управление приводом.

Пользователь через систему шин Profibus благодаря области параметров имеет доступ ко всем данным преобразователя частоты, таким как детальная диагностическая информация, сообщения о сбоях и т.д.

Преобразователи частоты являются исполнительными механизмами и располагаются на нижнем (полевом) уровне автоматизации технологического процесса.

Преобразователи частоты являются ведомыми (slave) устройствами в промышленной сети и не могут самостоятельно получать доступ к шине Profibus: они могут только отвечать на запросы ведущего (master) устройства, т.е. управляющего контроллера.

На рисунке 2.9 показана структура телеграммы циклической коммуникации.

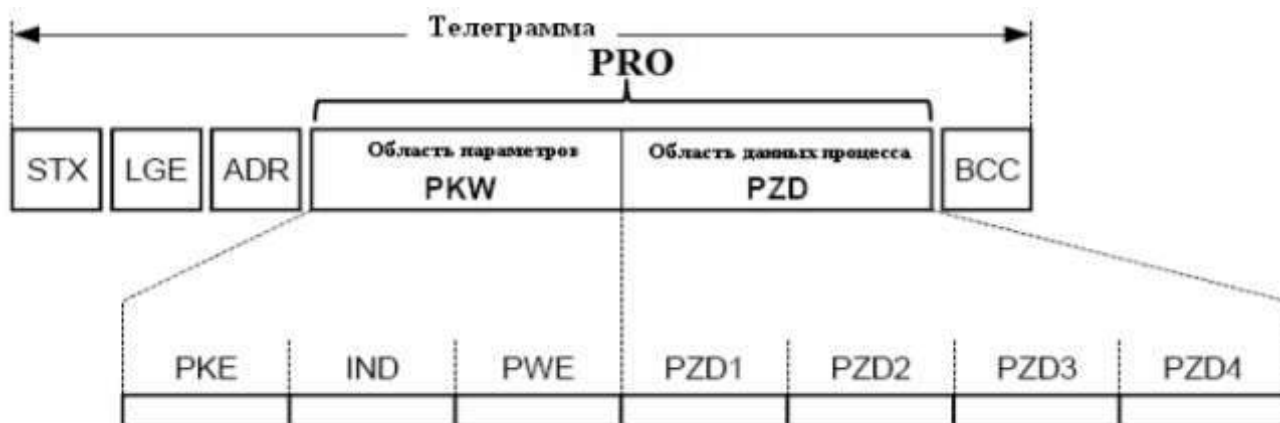


Рисунок 2.9. Базовая структура телеграммы циклической передачи

Телеграмма состоит из следующих частей: STX – метка начала передачи, LGE – длина передачи, ADR – адрес передачи, BCC – циклический избыточный код (алгоритм для нахождения контрольной суммы, проверяющей целостность полученной передачи).

Область параметров PKW состоит из идентификатора параметра PKE (1 слово), его индекса IND (1 слово) и величины PWE (2 слова).

Область данных процесса PZD состоит из 2-10 слов.

Согласно профилю PROFIDrive версии 2.0, определяющего методы доступа к данным приводов и поведение устройств в сети PROFIBUS, всего определено пять типов PRO:

- PRO1 имеет область параметров, два слова данных процесса;
- PRO2 имеет область параметров, шесть слов данных процесса;
- PRO3 не имеет области параметров, два слова данных процесса;
- PRO4 не имеет область параметров, шесть слов данных процесса;
- PRO5 имеет область параметров, десять слов данных процесса.

В зависимости от того, ведущее или ведомое устройство отправило телеграмму, в области данных процесса будут слова управления STW и задания на скорость HSW (если сообщение от контроллера), либо слова состояния ZSW и текущей скорости HIW (если сообщение от преобразователя частоты).

Задание типа PRO происходит при помощи утилиты HW-GSD (базовые данные аппарата) проекта Step 7.

Слово управления состоит из последовательности в шестнадцать бит, каждый из которых отвечает за определенную функцию преобразователя (готовность, остановка, пуск, торможение, направление вращения, локальное/удаленное управление, и т.д.).

Перед запуском преобразователя частоты от контроллера следует подготовить устройство к работе, отправить значение 047E (hex; 0000 0100 0111 1110 в бинарном, команда готовности к работе) в область слова управления 1. Затем можно подать команду на включение 047F (hex; 0000 0100 0111 1111 в бинарном, команда запуска вперед).

После команды на запуск произойдет запуск привода, если заданная частота не равна нулю. Для сигнала, задающего частоту, также выделяется 16 бит. По умолчанию сигналу задания на частоту 50 Гц соответствует величина 4000 (hex; 0100 0000 0000 0000 в бинарном).

Поскольку старший разряд зарезервирован под знак числа, количество битов для сигнала задания частоты составляет 15, т.е. максимальное значение частоты, которое можно задать по сети, составляет приблизительно 100 Гц или 7FFF (hex; 0111 1111 1111 1111 в бинарном). Но если в преобразователе частоты предусмотрен параметр P2000, то можно изменить значение, соответствующее 50 Гц на другое и получить возможность регулировать частоту в любом другом заданном диапазоне.

Комбинации из слова управления и сигнала задания частоты уже достаточно для управления приводом.

2.4 Разработка алгоритма управления и программного обеспечения систем автоматизации

Алгоритм управления оборотами турбины предназначен для экономии электроэнергии путем снижения скорости вращения вала во время отсутствия обработки заготовки.

1) Если технологический процесс завершен, то определить, ожидает ли следующая заготовка на входе в установку.

Если да, то подать заготовку на обработку, вернуться к п.1 (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10. Шаг 1

2) Если заготовки на входе нет, начать отсчет 5 мин.

Если заготовка подошла до истечения 5 мин, вернуться к п.1.

Если за это время заготовка для обработки не подходит, дать сигнал оператору АРМ об отключении и войти в "режим ожидания" (рисунок 2.11).



Рисунок 2.11. Шаг 2

3) При входе в "режим ожидания" начать отсчет времени ожидания заготовки и определить путь, на котором не должно находиться заготовки при текущем интервале времени ожидания (чтобы установка успела выйти на номинальные обороты до прихода заготовки).

Интервалы времени ожидания:

- от 5 мин до 20 мин (I интервал); режим ожидания: нет; ожидание заготовки для дальнейшей обработки;

- от 20 мин до 1 ч (II интервал); режим ожидания: краткий; время выхода на ном. обороты установки (примерно) 0,5-2 мин; длина пути L1 (условно) 50 м; снижение оборотов на 60%: до 840 мин⁻¹;

- более 1 ч (III интервал); режим ожидания: длительный; время выхода на ном. обороты установки (примерно) 4 мин; длина пути L2 (условно) 100 м; снижение оборотов на 80%: до 420 мин⁻¹.

При времени ожидания более 20 мин произойдет попытка перейти с I на II интервал: происходит проверка наличия заготовки на пути, который заготовка преодолеет быстрее, чем за новое время выхода установки на номинальные обороты (на пути L1).

Также высылается уведомление оператору АРМ.

Если заготовка присутствует, в переходе на II интервал ожидания отказано, установка начинает повышать обороты до номинала для начала технологического процесса.

При подходе заготовки начать ее обработку, вернуться к п.1.

Если заготовка отсутствует, осуществляется переход на II интервал, отсылается уведомление оператору АРМ.

Аналогично происходит переход со II на III интервал.

Третий шаг изображен на рисунке 2.12.

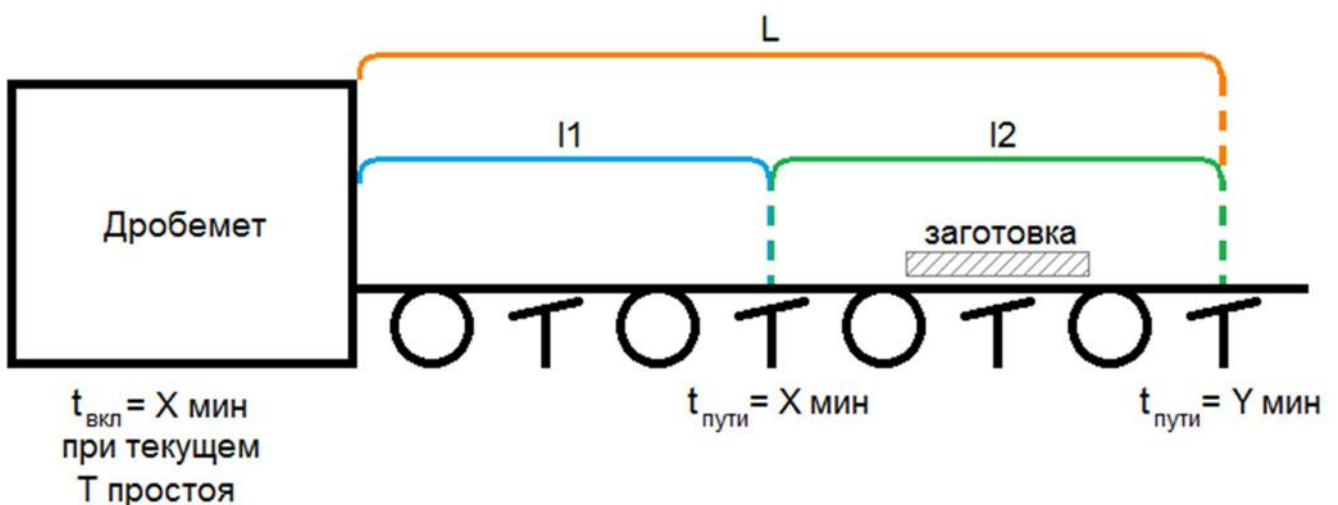


Рисунок 2.12. Шаг 3

4) Повышение оборотов турбин установки при времени ожидания на III интервале происходит аналогично первым двум: при срабатывании датчика индуктивности, путь заготовки с которого до установки составляет L_3 м; для I и II интервала путь составляет L_1 и L_2 м.

Полной остановки приводов турбин не происходит по правилам эксплуатации (поскольку нижние турбины не должны останавливаться, чтобы их не засыпало абразивом и они могли запуститься) и во избежание затрат времени для нагрева турбин при их длительном отключении, если возникла возможность обработать заготовку.

Общая схема перехода с одного интервала ожидания на другой представлена на рисунке 2.13.



Для перехода на следующий интервал заготовки на пути I2 быть не должно

Рисунок 2.13. Общая схема перехода интервалов

Полная блок-схема алгоритма изображена на рисунке 2.14.

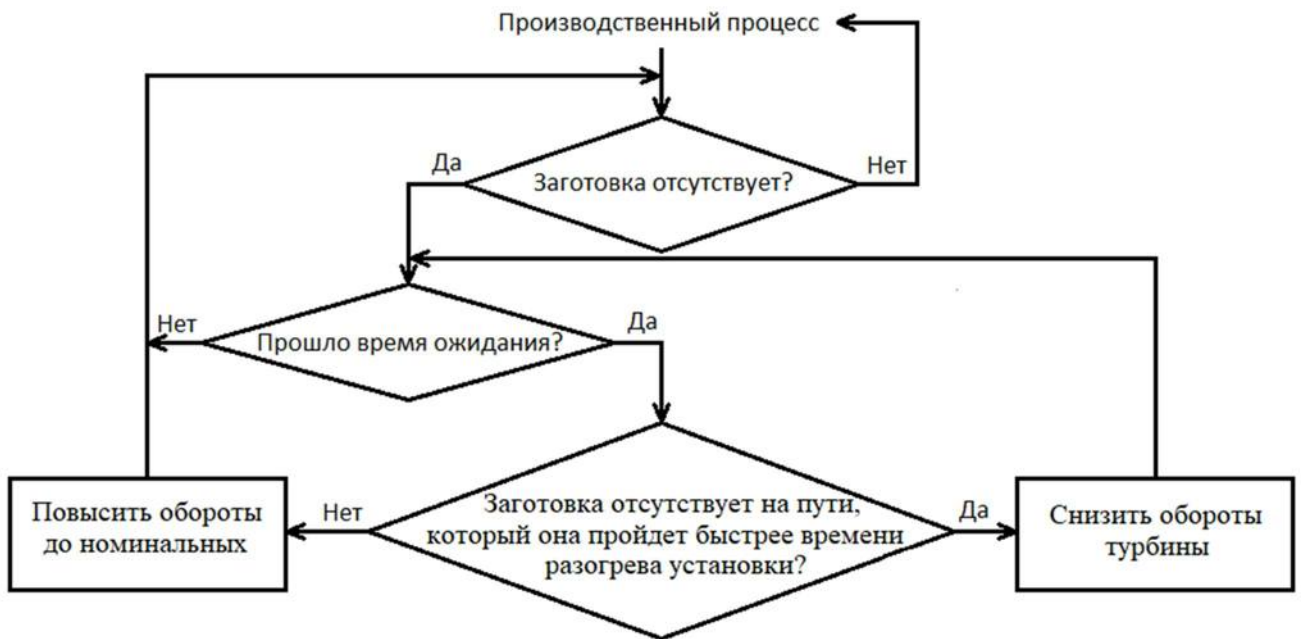


Рисунок 2.14. Блок-схема алгоритма исключения холостого хода

2.5 Управляющая программа

Управляющая программа составлена на языке LAD в программной среде TIA Portal V14.

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) является интегрированной средой разработки программного обеспечения систем промышленной автоматизации, начиная от полевого уровня с приводами и контроллерами до уровня человеко-машинного интерфейса [22].

Благодаря использованию симулятора контроллера PLCSIM Advanced возможно комплексное моделирование функциональных возможностей контроллеров, а также взаимодействие с виртуальным оборудованием [23].

TIA Portal – проверенный инструмент для инженеров, работающих в разных отраслях и разных странах.

На рисунке 2.15 показано соединение master-slave контроллера и управляющего модуля преобразователя частоты.

Управляющая программа представлена на рисунках 2.16 – 2.20.

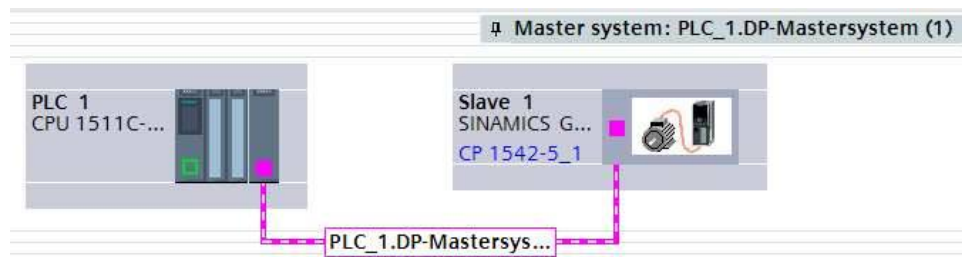


Рисунок 2.15. Соединение master-slave

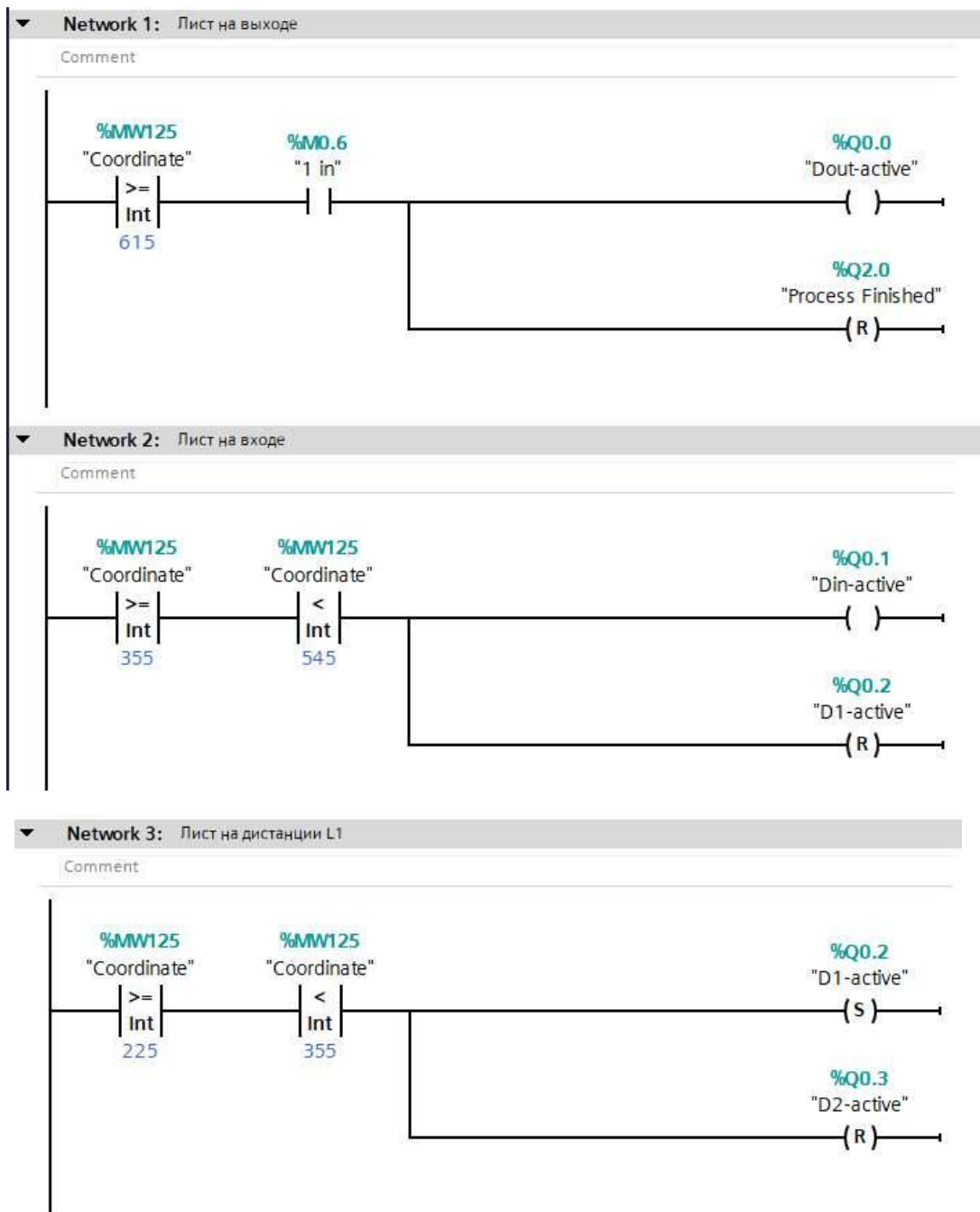


Рисунок 2.16. Network 1-3

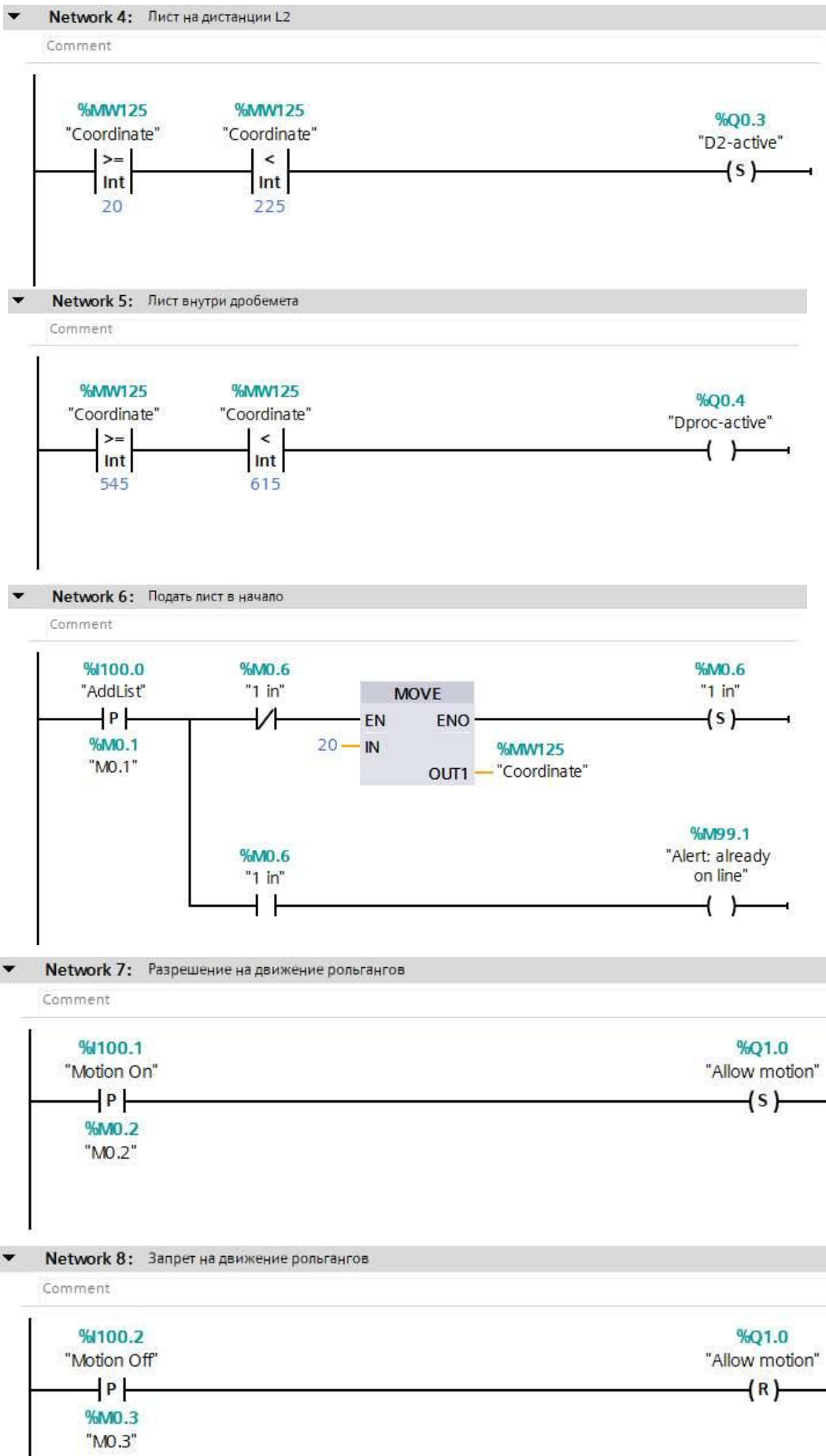
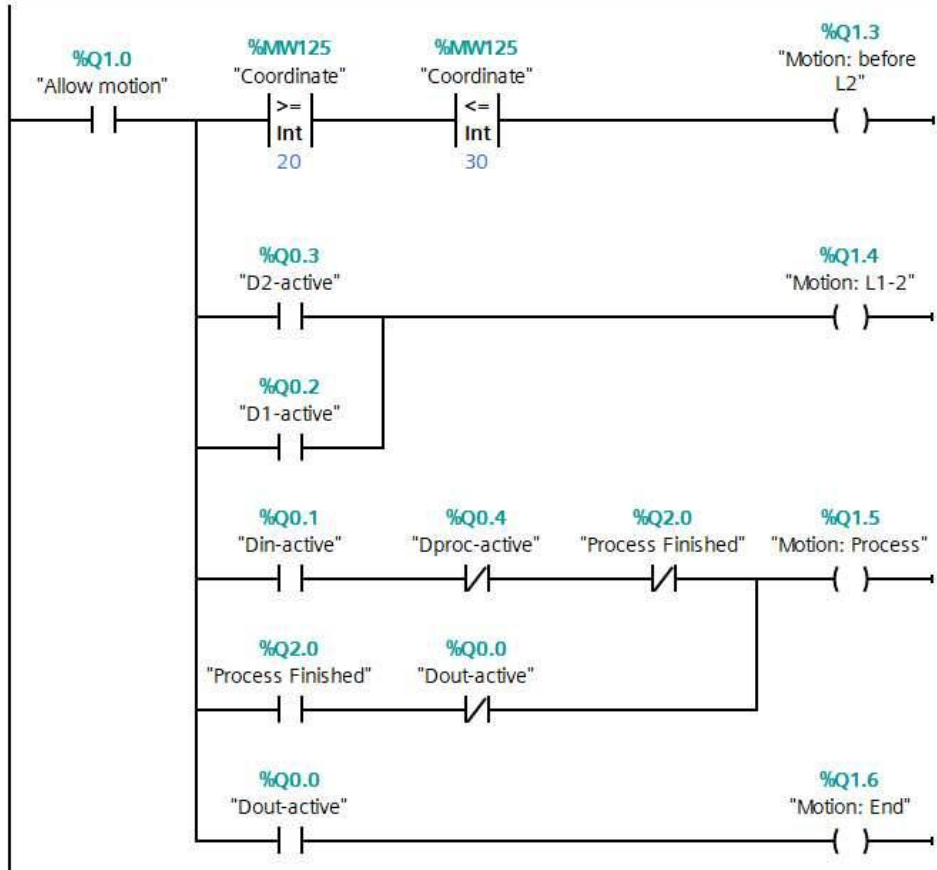


Рисунок 2.17. Network 4-8

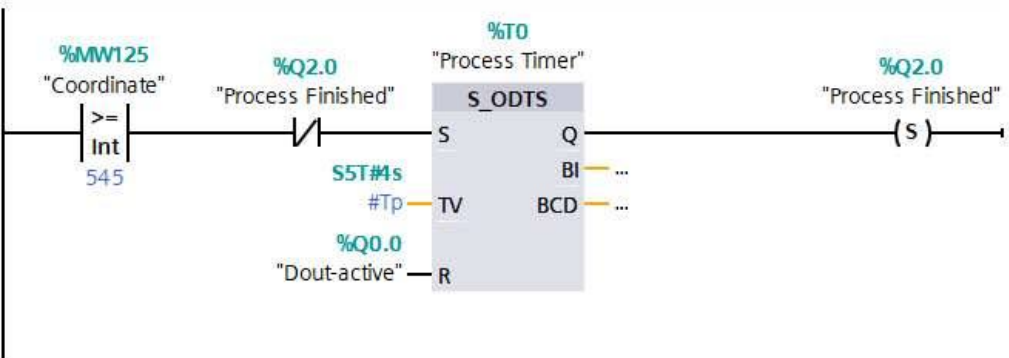
Network 9: Движение секций роллыгангов

Comment



Network 10: Обработка листа дробементом

Comment



Network 11: Отсчет времени холостого хода

Comment

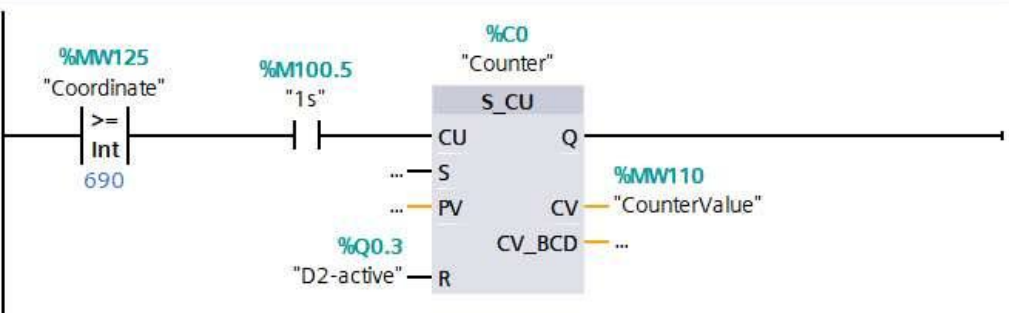
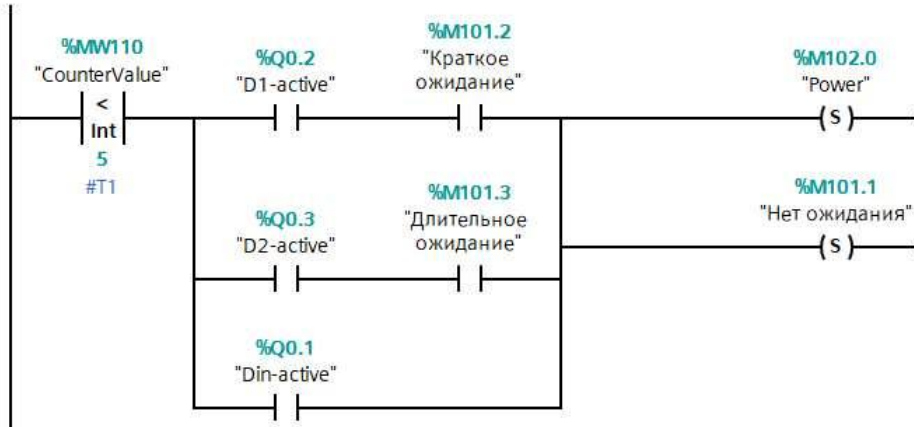


Рисунок 2.18. Network 9-11

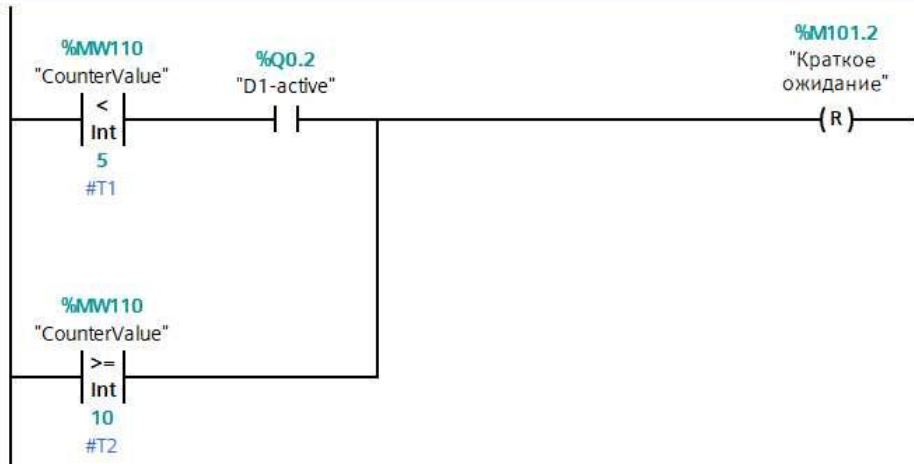
Network 12: Вкл. установку на определенных дистанциях на определенных режимах ожидания

Comment



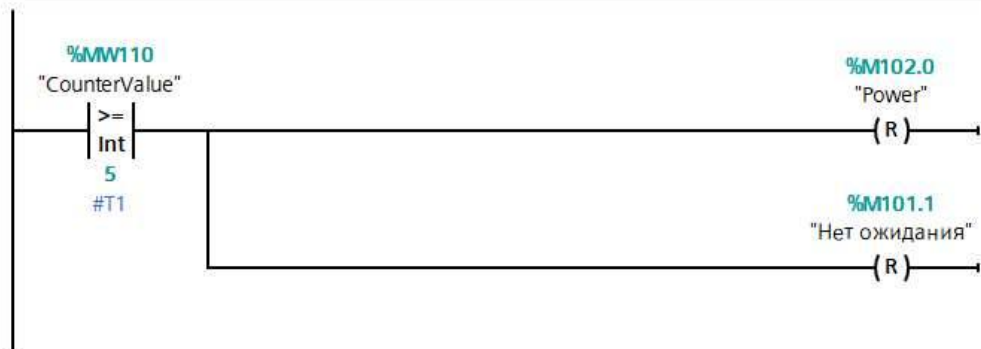
Network 13: Выкл. краткого режима ожидания

Comment



Network 14: Ожидание больше T1 - отключение дробемета и включение какого-то режима ожидания

Comment



Network 15: Ожидание больше T1 и меньше T2 - включение краткого режима ожидания

Comment



Рисунок 2.19. Network 12-15

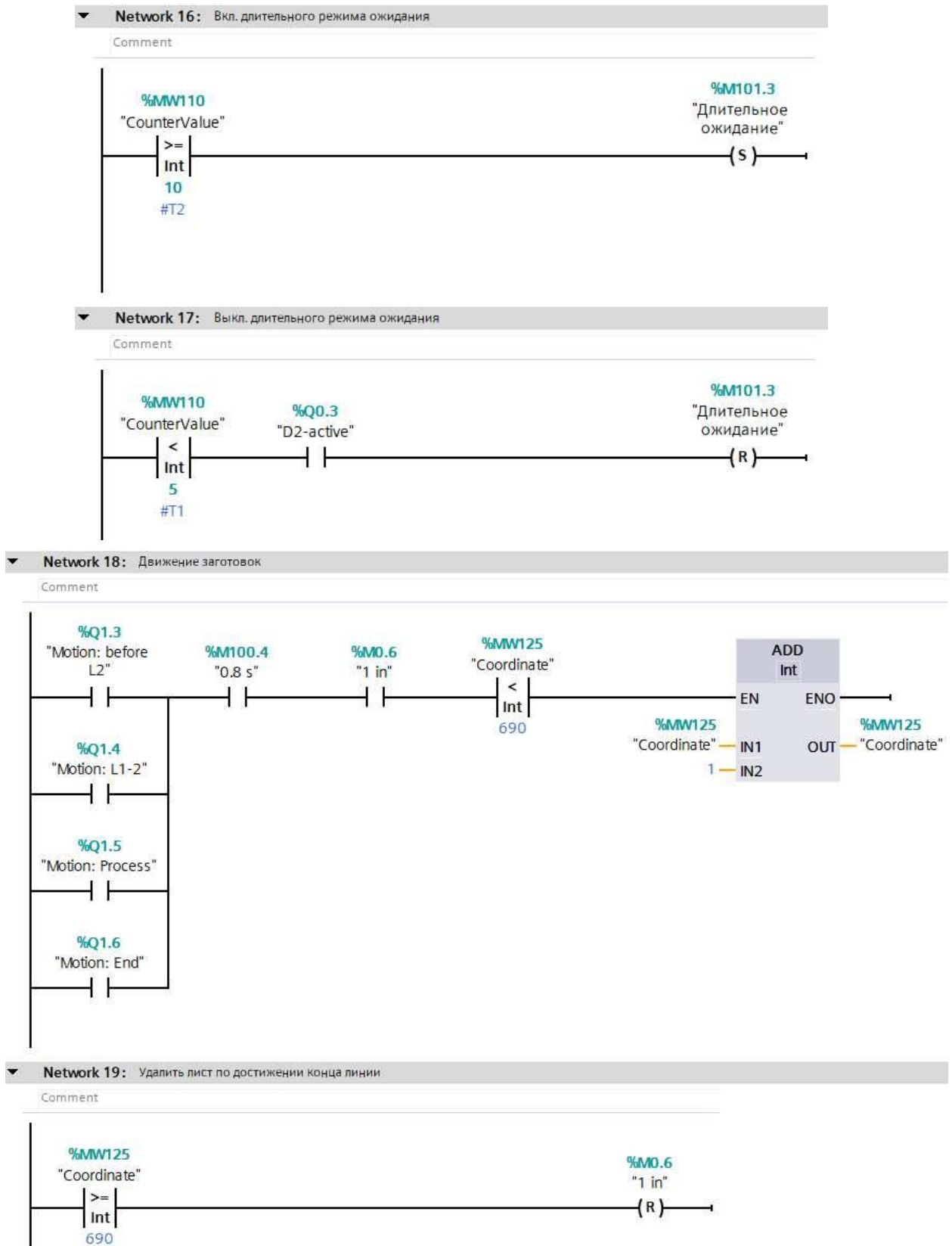


Рисунок 2.20. Network 16-19

Лист используемых переменных приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Таблица переменных.

№	Название	Тип данных	Адрес
1	Dout-active	Bool	%Q0.0
2	Din-active	Bool	%Q0.1
3	D1-active	Bool	%Q0.2
4	D2-active	Bool	%Q0.3
5	AddList	Bool	%I100.0
6	M0.2	Bool	%M0.2
7	Dproc	Bool	%I0.4
8	Dproc-active	Bool	%Q0.4
9	1 in	Bool	%M0.6
10	Alert: already on line	Bool	%M99.1
11	Range: out, min	Word	%MW300
12	Motion On	Bool	%I100.1
13	Allow motion: L1	Bool	%Q1.2
14	Motion: before L2	Bool	%Q1.3
15	Allow motion	Bool	%Q1.0
16	Motion Off	Bool	%I100.2
17	M0.3	Bool	%M0.3
18	Motion: L1-2	Bool	%Q1.4
19	Motion: Process	Bool	%Q1.5
20	Process Finished	Bool	%Q2.0
21	Process Allow	Bool	%Q2.1
22	1s	Bool	%M100.5
23	Counter	Counter	%C0
24	CounterValue	Word	%MW110
25	Нет ожидания	Bool	%M101.1
26	Краткое ожидание	Bool	%M101.2
27	Длительное ожидание	Bool	%M101.3
28	Тр	Byte	%MB123
29	0.4 s	Bool	%M100.2
30	Режимы ожидания	Word	%MW101
31	M0.1	Bool	%M0.1
32	Process Timer	Timer	%T0
33	Coordinate	Int	%MW125
34	0.8 s	Bool	%M100.4
35	Power	Bool	%M102.0
36	Motion: End	Bool	%Q1.6

2.6 Разработка системы визуализации

Визуализация работы управляющей программы происходит посредством HMI-панели. На рисунке 2.21 отображен экран визуализации режимов работы дробемета листа.

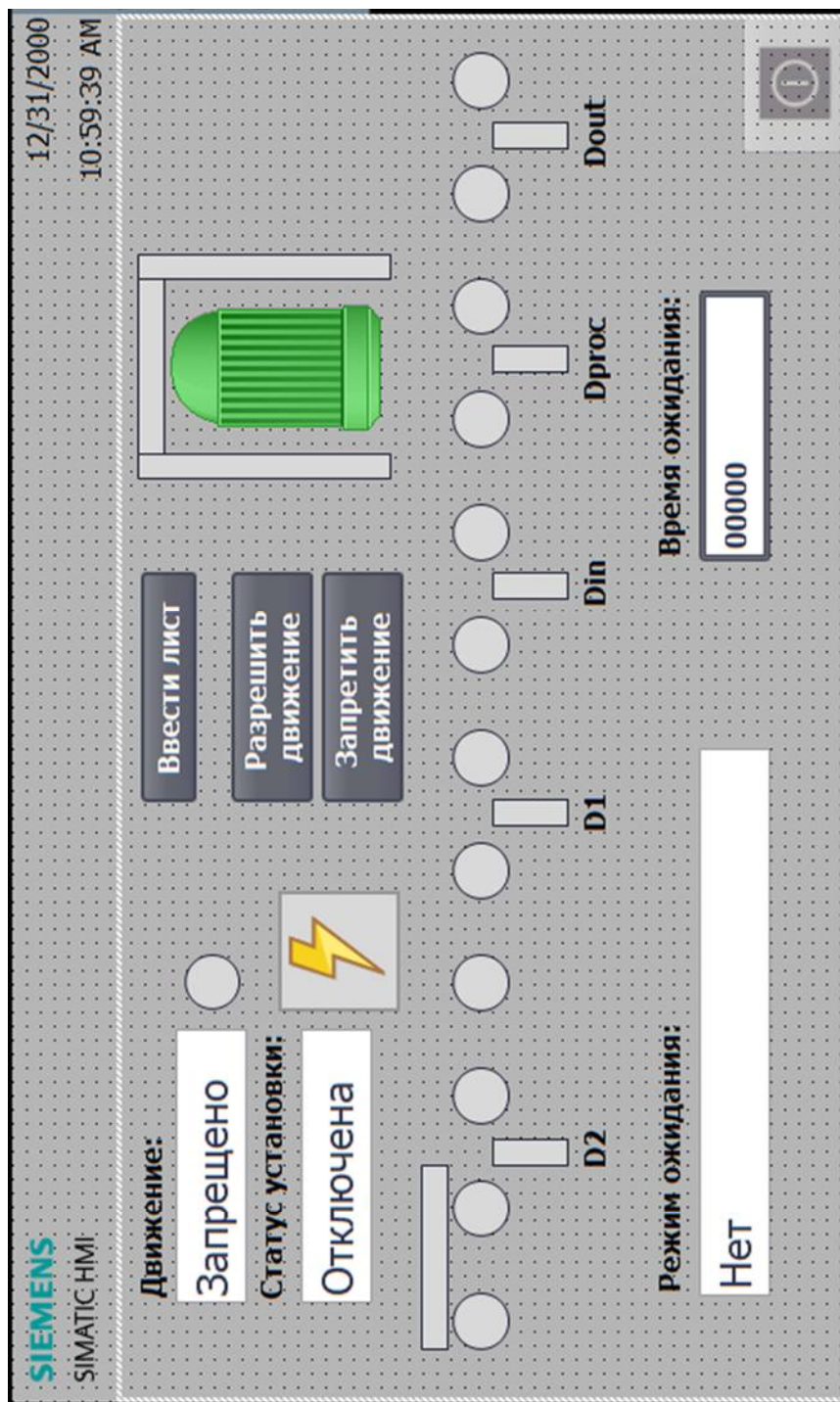


Рисунок 2.21. Экран визуализации.

На основном экране изображены:

1. Линия рольгангов, подводящая заготовку от предыдущего агрегата к дробемету листа;
2. Кнопка "Ввести лист", запускающая заготовку на линию рольгангов от предыдущего агрегата;
3. Кнопка "Разрешить движение" и "Запретить движение", управляющие движением линии рольгангов;
4. Датчики индуктивности D, срабатывающие при прохождении над ними заготовки;
5. Поле "Движение", показывающее текущий статус разрешения на движении линии рольгангов (Запрещено/Разрешено);
6. Поле "Статус установки", отображающее текущий статус питания установки (Отключена/Работает);
7. Поле "Режим ожидания", показывающий текущий режим ожидания дробемета (Нет/Краткий/Длительный);
8. Поле "Время ожидания", считающее время отсутствия обработки заготовки дробементом.

При вводе листа и наличии разрешения на движение заготовка проходит путь слева направо внутрь дробемета листа, где останавливается и проходит обработку, после чего выходит справа на следующую линию рольганга.

При превышении порога времени ожидания заготовки и при соблюдении условий, описанных в алгоритме исключения холостого хода установки, дробемет переходит в определенный режим ожидания, снижая обороты турбин до определенного значения.

Дробемет выходит из режима ожидания при срабатывании определенного датчика D, индекс которого зависит от типа режима ожидания (для краткого – D1, длительного – D2). Выход из режима ожидания также описан в алгоритме исключения холостого хода.

На рисунках 2.22 – 2.27 изображены результаты симуляции программного алгоритма снижения потерь электроэнергии на холостом ходу.

На рис. 2.22 показан длительный режим ожидания, когда обороты установки снижены до минимального установленного значения из-за долгого отсутствия материала для дробеметной обработки.

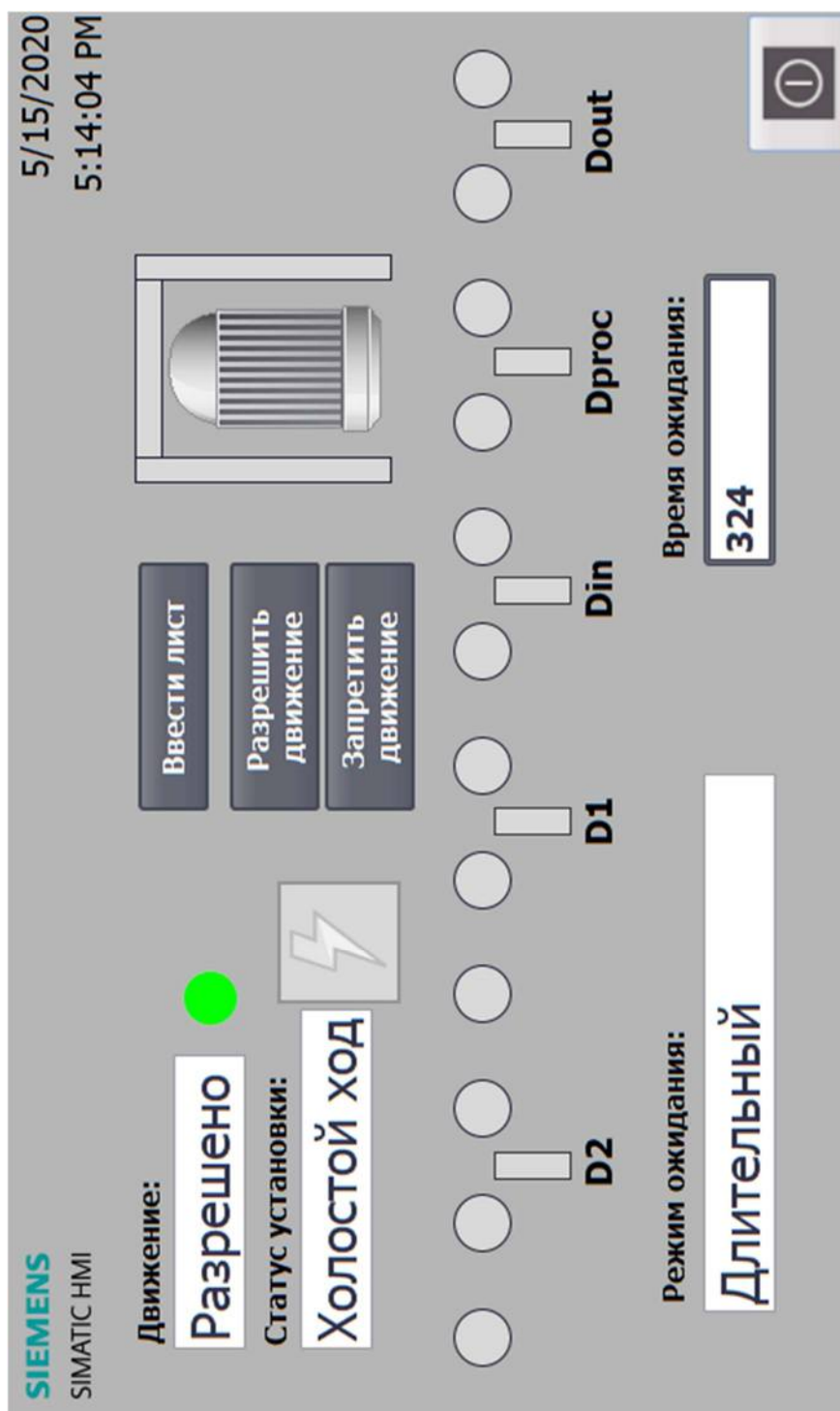


Рисунок 2.22. Длительный режим ожидания

На рисунке 2.23 отображен краткий режим ожидания, когда обороты установки снижены до значения, установленного для краткого режима ожидания из-за длительного, но не превышающего определенного значения времени отсутствия материала для дробеметной обработки.

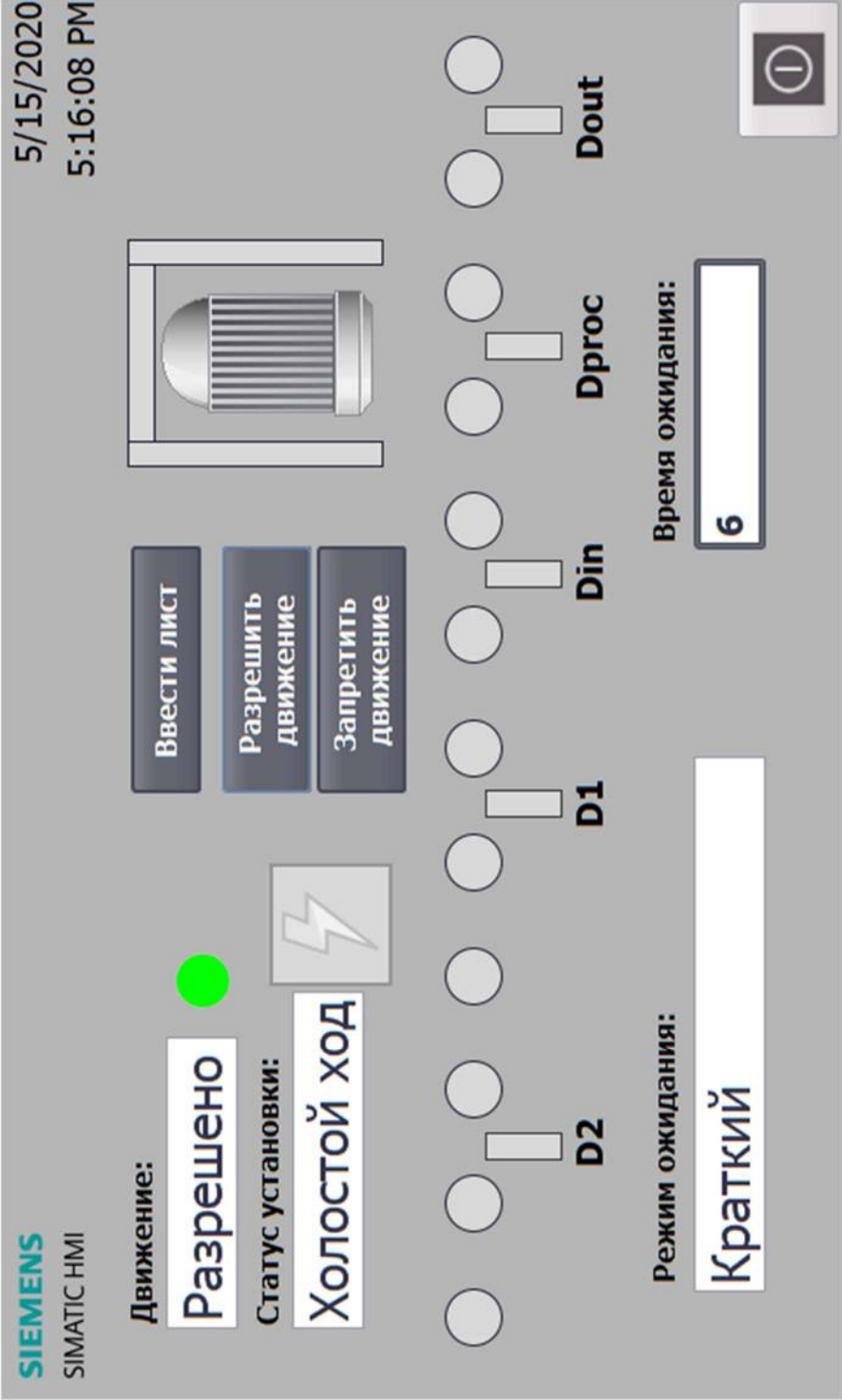


Рисунок 2.23. Краткий режим ожидания

На рисунке 2.24 изображена ситуация, когда к дробеметной установке подходит новая заготовка сразу после окончания обработки предыдущей, т.е. стандартный производственный процесс без задержки обрабатываемого материала. В этом случае снижения оборотов не происходит.

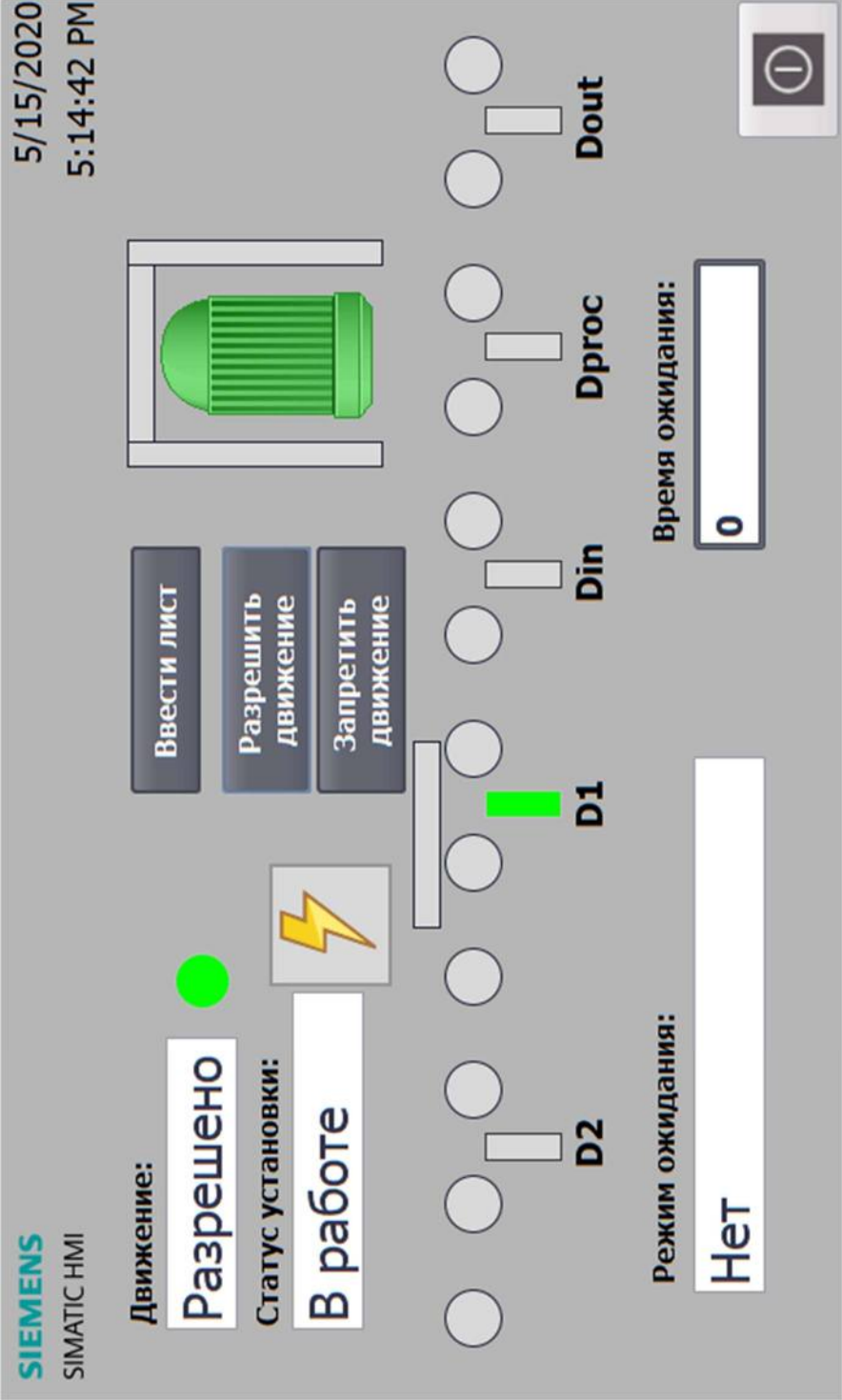


Рисунок 2.24. Отсутствие режима ожидания

На рисунке 2.25 показано отсутствие режима ожидания при окончании обработки заготовки и отсутствии заготовки на транспортном пути.

Если наличие заготовки и дальше не будет подтверждено датчиками на транспортной линии, установка будет переходить в режимы ожидания, снижая обороты дробебетных турбин.

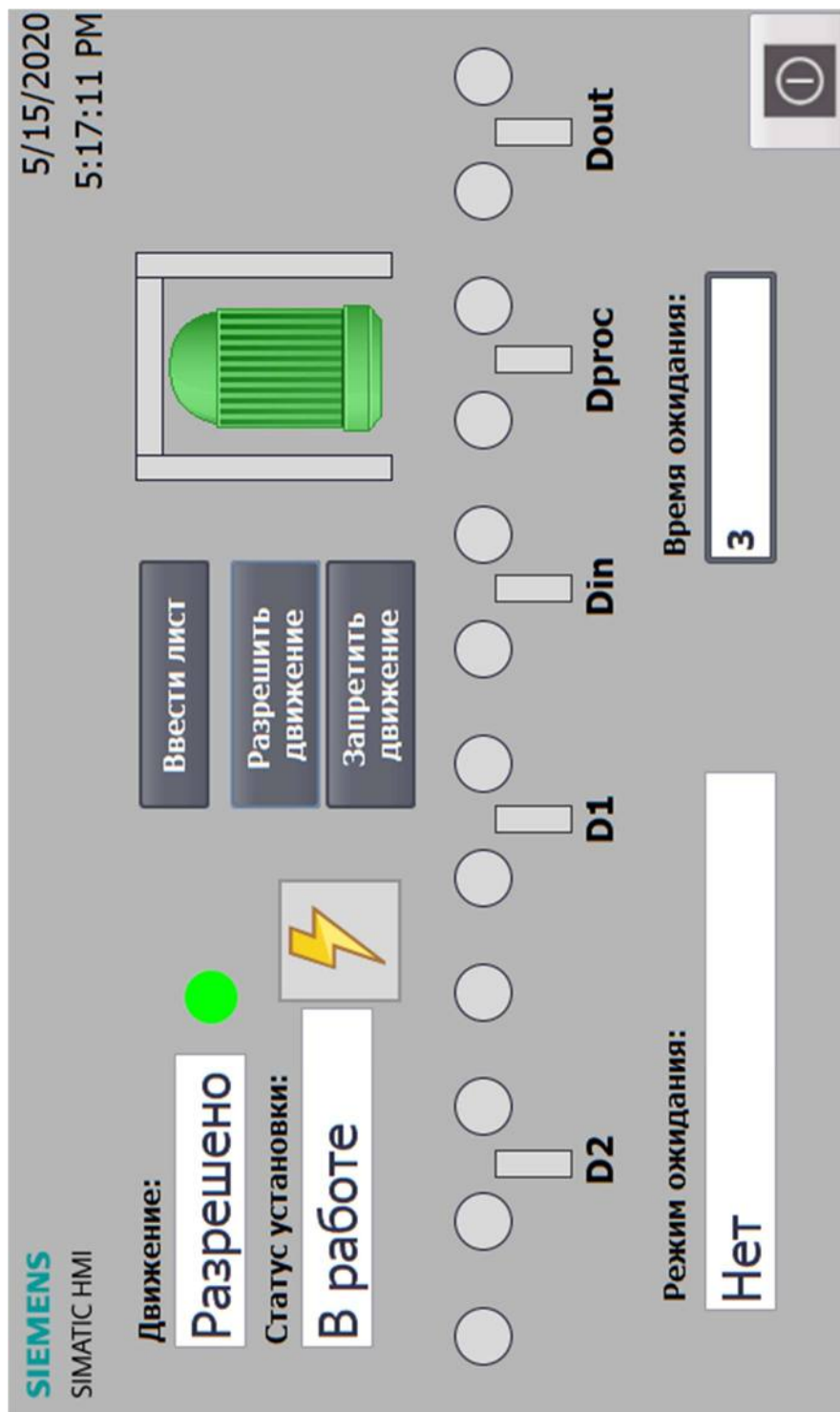


Рисунок 2.25. Отсутствие режима ожидания – после обработки

На рисунке 2.26 изображен переход с длительного на краткий режим ожидания, когда после длительного отсутствия заготовки она появляется на транспортном пути.

В это время происходит повышение оборотов установки до значения, соответствующему краткому режиму ожидания.

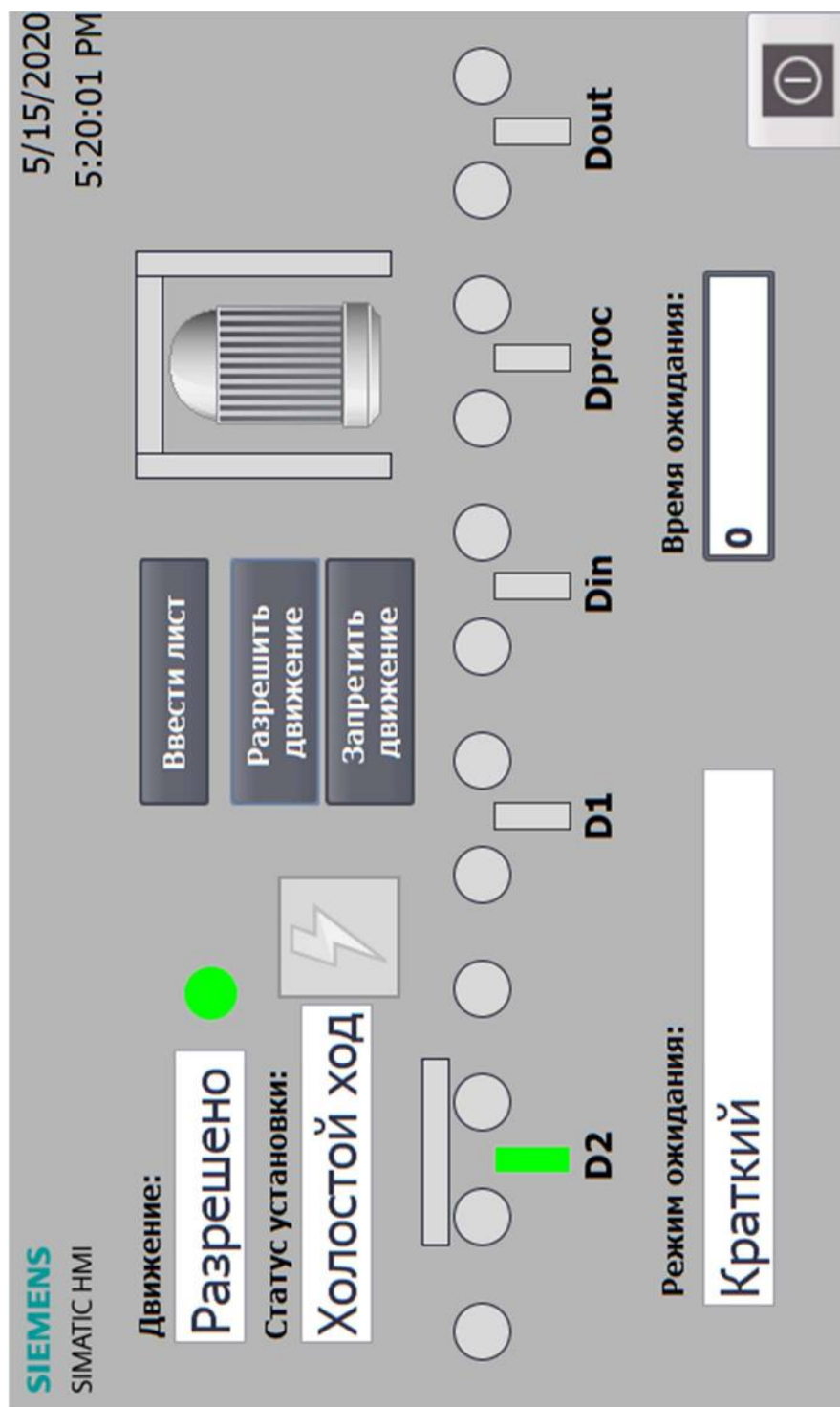


Рисунок 2.26. Переключение с длительного на краткий режим ожидания

На рисунке 2.27 показан переход с краткого на отсутствующий режим ожидания, когда заготовка скоро подойдет к установке.

В это время происходит повышение оборотов установки до номинального значения.

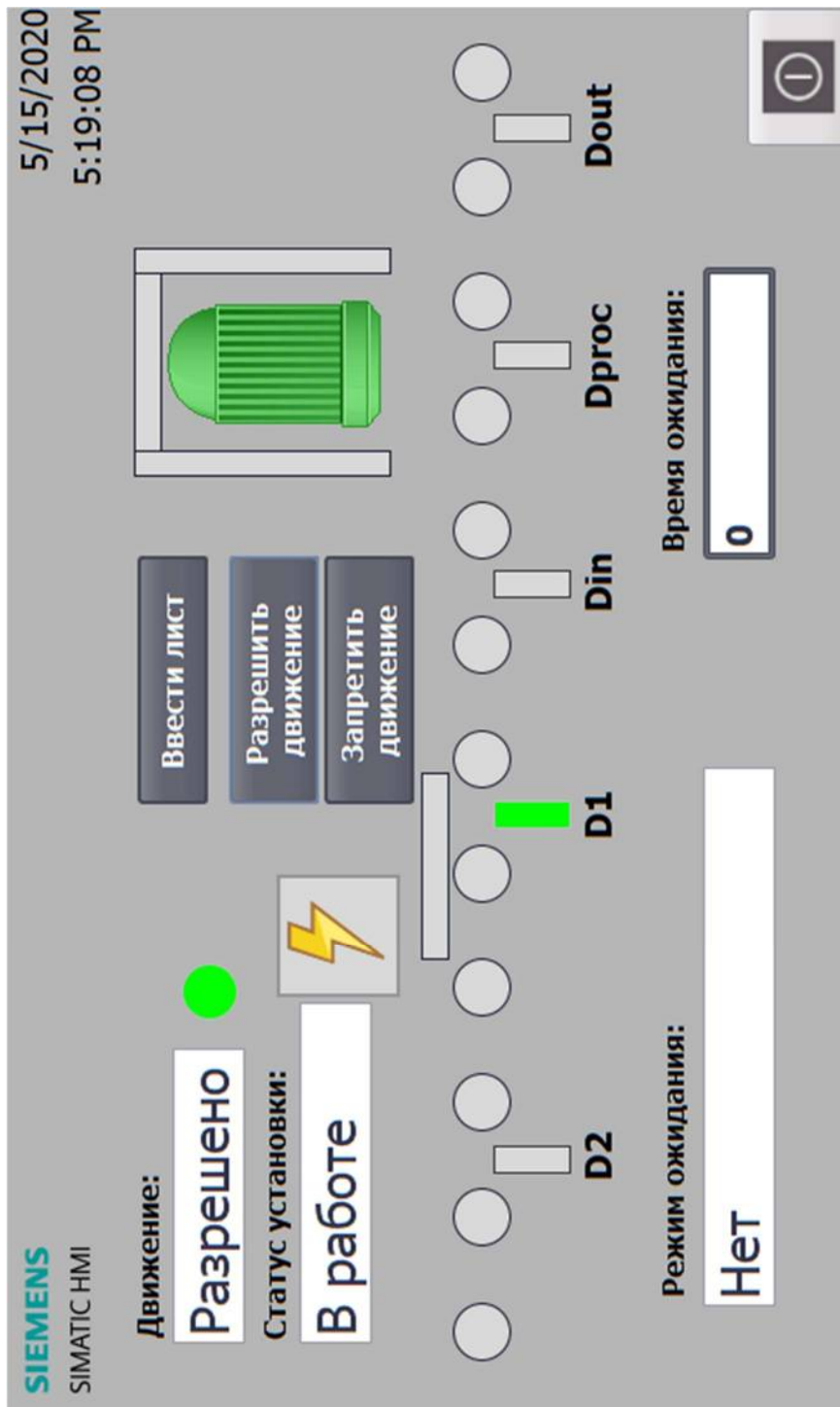


Рисунок 2.27. Переключение с краткого на отсутствующий режим ожидания

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снижение затрат на производство – одна из жизненно важных задач любой компании. Одним из распространенных способов является повышение энергоэффективности агрегатов, например, путем исключения холостого хода.

Исключение холостого хода для агрегата можно добиться изменением системы автоматизации этого агрегата. Для этого изучается его технологический процесс и отмечается место в производственном цикле, где возможно сокращение потребления электроэнергии. После этого вырабатывается решение задачи энергосбережения на данном агрегате, на основе чего предъявляются требования к системам привода и автоматизации.

С учетом предъявленных требований выбирается система привода, из условий технологического процесса производится приблизительный расчет мощности и предварительный выбор двигателя.

На следующем этапе происходит выбор основного силового оборудования (преобразователь частоты) и защиты привода от аварийных режимов, разработка электротехнических схем и 3D-компоновки электрошкафа.

Далее происходит разработка архитектуры автоматизации для управления электроприводом, выбор управляющего контроллера и датчиков технологических координат для контроля необходимых параметров технологического процесса.

После этого проводится разработка алгоритма управления и программного обеспечения систем автоматизации, которые позволят добиться снижения потребления электроэнергии.

В заключительной части работы происходит разработка алгоритма управления и программного обеспечения систем автоматизации, которые позволят добиться снижения потребления электроэнергии. Также для визуализации процессов, происходящих в установке после проведенной модернизации разработан интерфейс на HMI-панели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев В.П. Основы электропривода / В.П. Андреев, Ю.А. Сабинин. – Изд. 2-е, перераб. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 772 с.
2. Цех "Высота 239" Челябинского трубопрокатного завода. – http://www.chelpipe.ru/about/investment_projects/height_239/
3. Инструкция по эксплуатации установка дробеметной очистки ТЭСЦ №3. – ПАО ЧТПЗ, 2010. – 125 с.
4. Шаговый двигатель, серводвигатель: преимущества и недостатки. – http://www.cnсcontrollers.ru/shagovye_dvigateli.html
5. Сервопривод или шаговый двигатель – что выбрать, отличие. – <https://darxton.ru/wiki-article/vybor-shagovye-ili-servodvigateli/>
6. Выбор преобразователя частоты для электродвигателя. Основные моменты. – <https://tehprivod.ru/poleznaya-informatsiya/vybor-preobrazovatelya-chastoty.html>
7. Выбор частотных преобразователей, диапазон регулирования частоты. – <http://chistotnik.ru/vybor-chastotnyx-preobrazovatelej.html>
8. Выбор преобразователя частоты. Общие рекомендации. – http://powergroup.com.ua/vybor_preobrazovatelya_chastoti
9. Sinamics G120 Siemens. – https://www.siemens-pro.ru/components/sinamics_g120.html
10. Преобразователь с управляющими модулями CU230P-2. – https://epusk.ru/upload/uf/55c/Instruktsiya-po-ustanovke-moduley-upravleniya-CU230P_2-BA5-Sinamics-G120.pdf
11. Частотный преобразователь (электропривод). – [https://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный_преобразователь_\(электропривод\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Частотный_преобразователь_(электропривод))
12. Короткое замыкание. – https://ru.wikipedia.org/wiki/Короткое_замыкание
13. Защита электродвигателей, схема защиты асинхронных электродвигателей. – http://remont220.ru/zashita_dvig.php

14. Входные и выходные фильтры частотных преобразователей – Элементы автоматике – Каталог статей – Азбука КИП. – http://azbukakip.ru/publ/ehlementy_avtomatiki/vkhdnye_i_vykhdnye_filtry_chastotnykh_preobrazovatelej/3-1-0-12
15. Уровни АСУ ТП. – http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/9___.html
16. MES. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/MES>
17. Siemens S7-1500 Программируемый контроллер. – <https://www.siemens-pro.ru/components/s7-1500.htm>
18. Simatic S7-400. – https://ru.wikipedia.org/wiki/Simatic_S7-400
19. Siemens 6ES7511-1CK00-0AB0 Программируемый контроллер. – <https://www.siemens-pro.ru/s7-1500/6ES7511-1CK00-0AB0.html>
20. EPLAN – Википедия. – <https://ru.wikipedia.org/wiki/EPLAN>
21. Модели и типы коммуникационного процесса. – <https://studfile.net/preview/2023037/page:6/>
22. TIA Portal – Википедия. – https://ru.wikipedia.org/wiki/TIA_Portal
23. Программное обеспечение в TIA Portal. – <https://new.siemens.com/ru/ru/produkty/avtomatizacia/industry-software/automation-software/tia-portal/programmnoe-obespechenie.html>

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Схемы соединения элементов автоматизации

Перв. примен

Справ. №

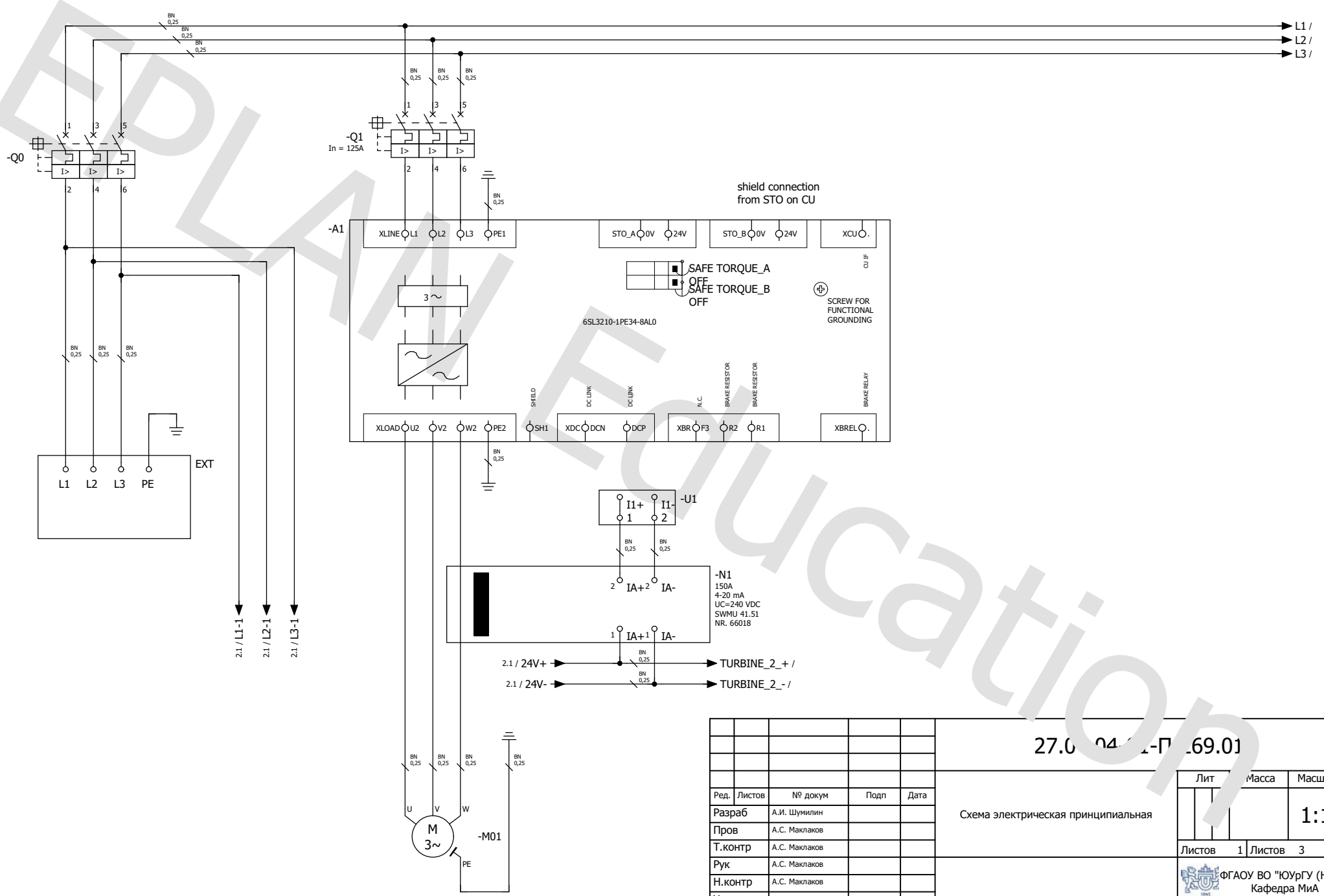
Подп. и дата

Инв. № дубл

Взам. инв. №

Подп. и дата

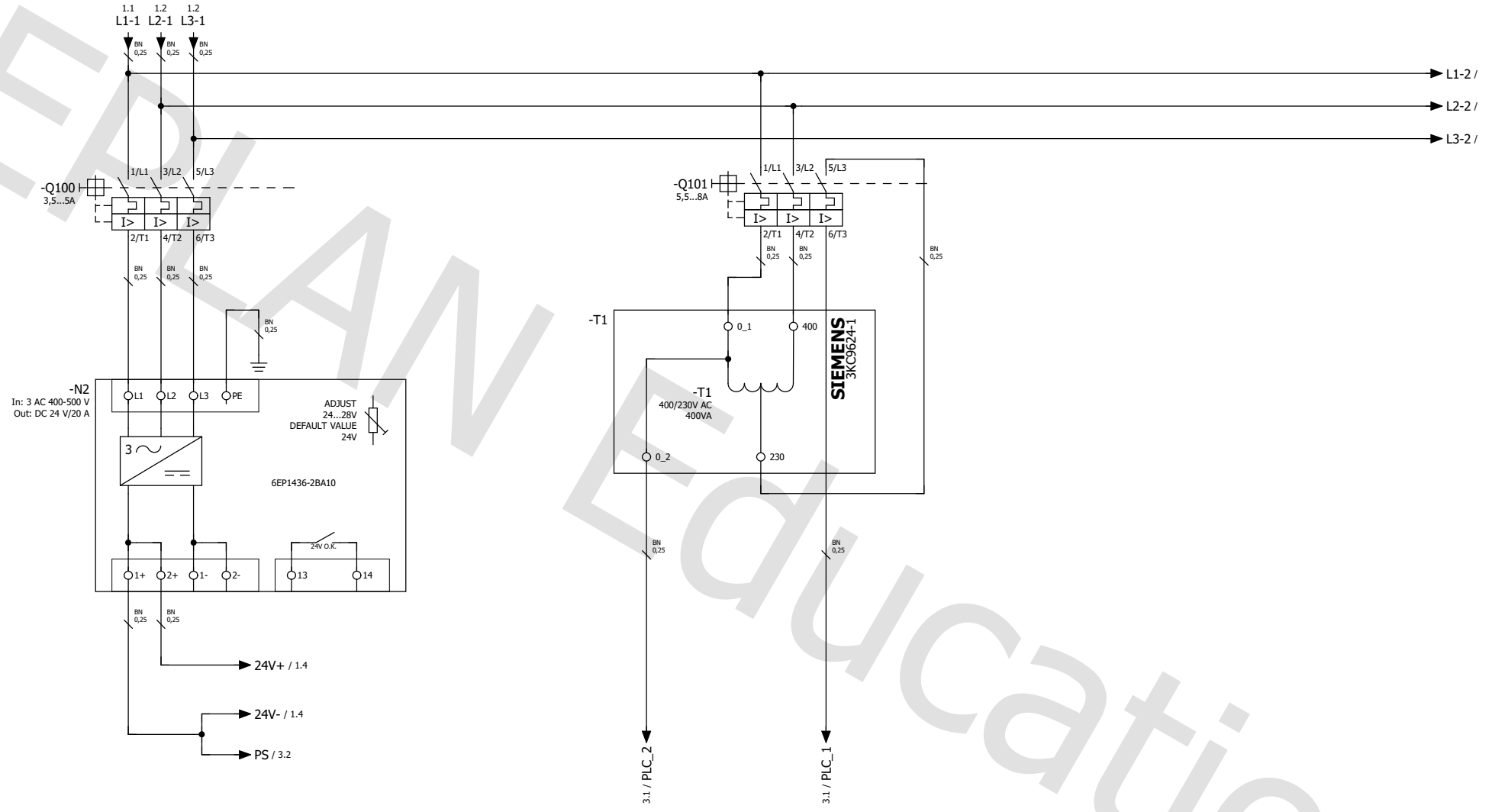
Инв. № подл



27.04.04-П-269.01				
Ред.	Листов	№ докум	Подп	Дата
Разраб	А.И. Шумилин			
Пров	А.С. Маклаков			
Т.контр	А.С. Маклаков			
Рук	А.С. Маклаков			
Н.контр	А.С. Маклаков			
Утв	А.С. Маклаков			
Лит Масса Масштаб 1:1				
Листов 1 Листов 3				
ФГАОУ ВО "ЮрГУ (НИУ)" Кафедра МиА				

Перв. примен

Справ. №



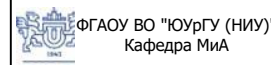
Подп. и дата

Инв. № дубл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

27.04.01-П-269.01				
Ред.	Листов	№ докум	Подп	Дата
Разраб	А.И. Шумилин			
Пров	А.С. Маклаков			
Т.контр	А.С. Маклаков			
Рук	А.С. Маклаков			
Н.контр	А.С. Маклаков			
Утв	А.С. Маклаков			
Схема электрическая принципиальная				
Лит	Масса	Масштаб		
		1:1		
Листов 2		Листов 3		
 ФГАОУ ВО "Юргу (НИУ)" Кафедра МиА				

T0.69.04.01-П-269.01

Перв. примен

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл

The diagram illustrates the electrical connections for a control cabinet. It features a power supply unit (PS 25W 24VDC, 6ES7505-0KA00-0AB0) connected to terminal block X10. Terminal block X11 contains digital inputs (AI/AQ2) and digital outputs (DO16x24VDC). Terminal block X12 contains digital outputs (DO16x24VDC). The PLC units (PLC_1 and PLC_2) are connected to the terminal blocks. The diagram also shows a terminal block X80 for power distribution and a terminal block X80 for PLC power supply (DC24V).

This detailed wiring diagram shows the power supply for the PLC units. It includes a power source (2.1 / PS) connected to a terminal block X80. The power is distributed through fuses F1 and F2 to the PLC_1 (2.5) and PLC_2 (2.4) units. The diagram also shows the connection of a ground wire (GN/YE x1,5) and a neutral wire (BN 0,25).

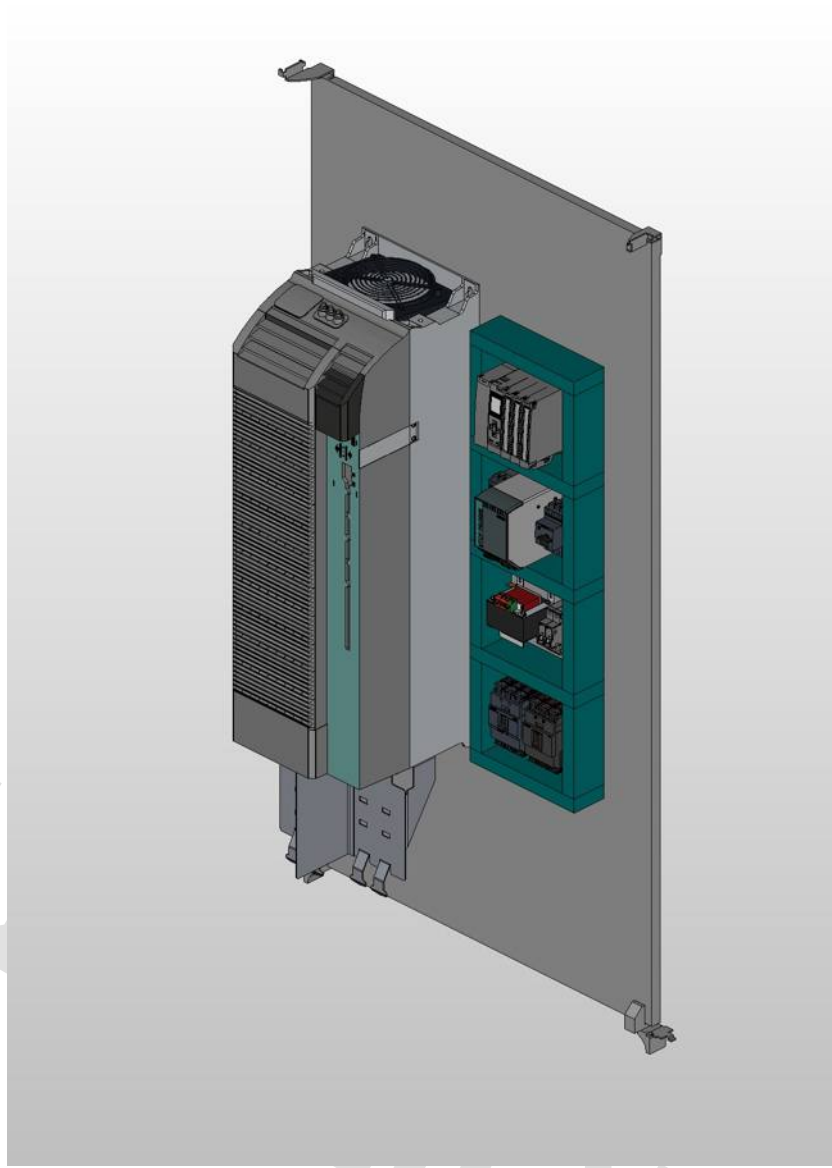
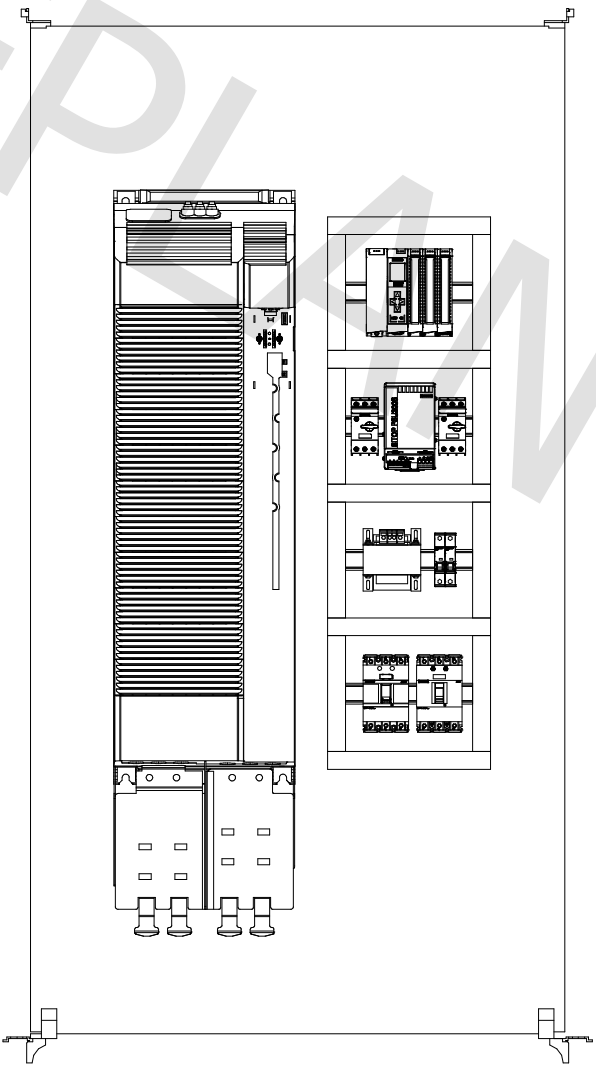
					27.04.01-П-269.01		
					Лит		
					Масса		
					Масштаб		
Ред.	Листов	№ докум	Подп	Дата	Схема электрическая принципиальная 1:1		
Разраб	А.И. Шумилин						
Пров	А.С. Маклаков						
Т.контр	А.С. Маклаков						
Рук	А.С. Маклаков						
Н.контр	А.С. Маклаков				Листов 3 Листов 3		
Утв	А.С. Маклаков				ФГАОУ ВО "Юургу (НИУ)" Кафедра МиА		

Копировал

Формат А3

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
3D компоновка электрошкафа

27.04.04-01-П-269.01



Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата.

Ред.	Листов	№ докум	Подп	Дата
Разраб		А.И. Шумилин		
Пров		А.С. Маклаков		
Т.контр		А.С. Маклаков		
Рук		А.С. Маклаков		
Н.контр		А.С. Маклаков		
Утв		А.С. Маклаков		

27.04.04-01-П-269.01

Обзор модели

Лит	Масса	Масштаб
		1:1

Обзор модели Листов 1

ФГАОУ ВО "ЮрГУ (НИУ)"
Кафедра МиА