

Реферат

Дипломная работа включает в себя: 102 страниц, 23 рисунков, 23 таблицы, 9 формул, 27 источников и 13 приложений.

Объект исследования – металлургическое производство, сортопрокатный цех, мелкосортный стан 250-2, участок делительных ножниц.

Цель работы: автоматизация существующей системы контроля и управления трайберами проката и ножницами горячего реза 250-2 .

Задачи:

- разработка технического задания;
- изучение предметной области и выбор PLC;
- разработка структурной схемы;
- разработка и внедрение человеко-машинного интерфейса.
- разработка функциональной схемы;
- разработка электрической схемы соединений;
- выбор необходимого оборудования и компонентов;
- разработка и написание программы;
- изучение технологического процесса участка;

В дипломной работе произведён расчёт затрат на разработку и реализацию проекта, определён экономический эффект и оценка научно-технического уровня НИИ проектируемого автоматизированного комплекса.

Рассмотрены вопросы производственной безопасности, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Ключевые слова: ножницы горячего реза, программируемый логический контроллер, автоматизация, трайбер.

Содержание

Введение	5
ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
2 АНАЛИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ СИСТЕМЫ	9
2.1 Актуальность системы	9
2.2 Описание Системы	15
2.3 Структура системы	16
2.4 Требования к системе	18
3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	20
3.1 Выбор оборудования	20
3.1.1 Общие сведения об оборудовании	20
3.1.2 Выбор датчиков обнаружения металла	21
3.1.3 Выбор энкодер	25
3.1.4 Выбор программируемого контроллера	27
3.1.5 Выбор управляющего модуля	33
3.1.6 Выбор модуля питания	34
3.1.7 Выбор активного интерфейсного модуля	36
3.1.8 Выбор центрального и локального пульта	37
3.2 Разработка схем автоматического управления	37
3.2.1 Разработка функциональной схемы	38
3.2.2 Разработка принципиальной схемы	39
3.3 Разработка схемы промышленной сети	39
3.3.1 Описание используемой сети	40
3.3.2 Структура сети	41
3.3.3 Контроль системы	42
3.4 Разработка основной программы	43
3.4.1 Разработка модуля расчета момента времени срабатывания ножниц	43
3.4.2 Блоки программы	46
3.4.3 Режимы работы системы	48
3.4.4 Разработка алгоритма автоматической работы	50
3.5 Разработка человеко-машинного интерфейса	51
3.5.1. Система визуализации и управления SIMATIC HMI	51
3.5.2 Обзор системы SIMATIC HMI	52
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	Ошибка! Закладка не определена.
4.1 Организация и планирование работ	Ошибка! Закладка не определена.

4.2 Расчёт затрат на разработку	Ошибка! Закладка не определена.
4.3 Оценка экономической эффективности проекта	Ошибка! Закладка не определена.
4.4 Оценка научно-технического уровня разработки	Ошибка! Закладка не определена.
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Профессиональная социальная ответственность.	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Экологическая безопасность.	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Ошибка! Закладка не определена.
Заключение	Ошибка! Закладка не определена.
Список используемых источников	Ошибка! Закладка не определена.

Введение

В настоящее время предприятия должны быть ориентированы на удовлетворение требований потребителя. С этой целью в последнее время ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» вкладывает инвестиции в проекты по модернизации и реконструкции основного оборудования. С увеличением производственных мощностей и улучшения качества выпускаемой продукции возникает необходимость в наращивании ресурсов для работы оборудования. В связи с тем, что металлургия является довольно энергоёмким производством, появляется необходимость в дополнительных энергетических мощностях.

Автоматизация производства на основе микроэлектронной техники для развития и совершенствования, существующих и создающихся технологических производств, является одним из важных направлений модернизации производства. Особенностью современного этапа развития автоматизации производства является появление и массовое применение качественно новых технических средств, изготовление сетей на базе микроэлектроники. Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) приобретает особое значение в связи с ростом требований к скорости вычисления, переработки и выдачи информации. Поэтому разработка и исследование структур и режимов функционирования АСУ ТП на основе микроЭВМ является актуальной задачей. Использование микроЭВМ позволяет на порядок снизить затраты в связи с простоями технологического оборудования, обеспечивает повышение эффективности. Основной, определяющей целью управления оборудованием, технологическими и производственными процессами с помощью АСУ ТП является повышение производительности труда, улучшение качества продукции и использования материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов. Дальнейшее совершенствование АСУ ТП связано с повышением их экономической эффективности путем индустриального создания автоматизированных технологических комплексов с АСУ ТП.

Техническое задание

Объект исследования:

Автоматизированная система контроля и управления трайберами проката и ножницами горячего реза 250-2;

1.1 Основание для разработки:

Основанием разработки автоматизированной системы автоматизированной системы контроля и управления трайберами проката и ножницами горячего реза 250-2 является задание, выданное руководителем преддипломной практики.

1.2 Цель и назначение работы:

Разработка автоматизированной системы контроля и управления трайберами проката и ножницами горячего реза 250-2 с применением PLC, в замен действующей системы.

1.3 Технические требования и требования к функциональным характеристикам

Надежность системы; возможность изменения или дополнения электрооборудования, датчиков; возможность изменения программной части, алгоритмов работы; подключения к действующим системам прокатных электроприводов; возможность создания HMI интерфейса с применением рабочей станции.

1.3.1 Состав автоматизированной системы:

- PLC;
- блок питания;
- децентрализованная периферия;
- централизованная периферия;
- кабель сети Profibus;
- кабель сети Ethernet;

1.3.2 Модернизируемая автоматизированная система должна отвечать следующим требованиям:

- высокая скорость передачи данных;
- децентрализованная периферия;
- высокая скорость обработки данных;
- использование промышленной сети Profibus;
- использование сети Ethernet.

1.3.2 Технические характеристики внедряемой системы:

- работа от сети переменного тока напряжением 220 вольт промышленной частоты 50 герц;
- передача данных по промышленной сети Profibus, Ethernet;
- высокая скорость отклика, передачи и обработки данных.

1.3. Разрабатываемая автоматизированная система должна эксплуатироваться при следующих условиях:

- температура окружающей среды от 0 до 40 С;
- атмосферное давление в рабочем помещении 630 — 800 мм.рт.ст.;
- система не должна подвергаться непосредственному попаданию влаги;

1.3.4 Требования к визуализации, HMI:

Возможность подключения рабочей станции к модернизируемой системе и управления с неё.

1.4 Экономические показатели:

Автоматизируемая система должна отвечать следующим экономическим требованиям:

- оптимальные затраты при разработке;
- наименьшие затраты при эксплуатации;
- по возможности низкая себестоимость, в сочетании с соответствием нужным техническим параметрам.

1.5 Требования к документации

Пояснительная записка должна включать в себя следующие разделы:

- содержание;
- перечень условных сокращений;
- введение;
- техническое задание;
- аналитический обзор;
- разработка структурной схемы системы;
- разработка функциональной схемы;
- разработка электрической схемы;
- разработка и написание программы;
- разработка человек-машинного интерфейса;
- заключение;
- литература;
- приложения.

2 АНАЛИЗ РАЗРАБАТЫВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

2.1 Актуальность системы

По официальным данным уровень износа оборудования в среднем 30-60%. Полностью изношена шестая часть всех производственных фондов, а ежегодно обновляется в последние десять лет не более 3 – 3,5%. Повышение цен на электроэнергию и контроль качества электроэнергии создают новые проблемы для производства, приводящие его к нерентабельности в условиях свободного рынка. В существенной степени обновление и рентабельность производства связываются с использованием возможностей современных интегрированных электроприводных систем и новых высокоавтоматизированных технологий.

В настоящее время для технологических машин и комплексов характерна высокая стоимость из-за: широких функциональных возможностей; сложности и многообразия средств автоматизации, на базе которых они создаются; большой продолжительности сроков их проектирования; высокие материальные затраты на выполнение экспериментальных исследований; создание макетов машин, систем и отдельных элементов.

Особое место в проектировании автоматизированных систем занимает исследование и обоснование принимаемых решений в части взаимного согласования оборудования в составе комплекса.

Решение рассматриваемой проблемы в значительной степени связано с совместным проектированием технического объекта с автоматической системой управления. Успех решения поставленных задач определяется выбором принципов построения и организации системы управления, сопряжения отдельных модулей технического объекта между собой, детального рассмотрения отдельных подсистем и в то же время рассмотрения их с позиции неразрывного единства в составе одной системы управления, учета технологии производства продукции. Решение проблемы осложняется в том случае, когда необходимо одновременно осуществлять управление несколькими координатами технического объекта, имеющими сильную взаимосвязь между собой. Теория многосвязных систем управления преимущественно

основывается на методах управления, приводящих к системам со сложной структурой перекрестных корректирующих связей. Такое "опутывание" систем перекрестными связями приводит к существенным сложностям при реализации систем и их эксплуатации. Связано это с использованием распространенной схемы решения задачи синтеза системы, для которой считается заданным неизменяемый объект и для него выбирается информационная система и регуляторы. Подобный подход не перспективен, для проектирования систем управления сложными техническими объектами. И то, что считается "объектом" и информационная система и регуляторы должны рассматриваться здесь с единых позиций решения задач структурного и параметрического синтеза единой системы, исходя из целевой функции и заданных ограничений. При подобном подходе возникает реальная возможность не только проектирования систем управления с заданными характеристиками, но и упрощается ее техническая реализация и эксплуатация несмотря на сколь угодно высокую их сложность в функциональном описании.

В общем случае необходимо рассматривать как нестационарные системы, поэтому для них необходимо применять методы адаптации, исключая влияние, нестационарных свойств системы на динамические ошибки.

На основании проведенного анализа можно сделать заключение об актуальности как с теоретической так и с практической точек зрения разработки информационного и программного обеспечения.

В настоящее время хорошо разработаны методы и алгоритмы позволяющие: исследовать режимы работы сложных автоматизированных систем; анализировать их качество; принимать оптимальное решение; исследовать динамику сложных систем, содержащих элементы с нелинейными характеристиками; рассчитывать оптимальные процессы при наличии ограничений; исследовать динамику стохастических систем и т.д.

В этих условиях перспективными направлениями повышения эффективности проектирования автоматизированных систем являются создание и внедрение новых современных технологий в области моделирования, не только на применении классических методов, но и применении эволюционных алгоритмов, методик

визуального моделирования. Рассмотренный в работе комплекс задач сформулирован в контексте проблемы совершенствования методов и средств компьютерного структурно параметрического синтеза и исследования. В основу концепции принятия оптимальных решений заложены блочно-модульное построение, структурные преобразования и визуализация динамических процессов, унификации моделей компонентов, оценка стоимости средств автоматизации и использование современных программных средств.

В работе комплексно решен ряд важнейших задач, позволяющих производить синтез, исследование и оптимизацию автоматизированных систем с использованием компьютерных технологий, учитывающих особенности построения, и всю совокупность режимов ее работы в технологическом комплексе. Это позволяет значительно повысить эффективность проектирования, снизить технологические потери на стадии рабочего функционирования с учётом ее взаимодействия с технологической средой и влияния случайных факторов.

Одним из основных путей повышения надёжности технических систем, широко используемых на практике, является увеличение уровня их безотказности. Это достигается за счёт применения более надёжных элементов и использования различного вида избыточности. Однако лежащие в основе такого подхода конструктивные, схемные и технологические возможности ограничены, особенно для сложных систем. Хорошие перспективы повышения как надёжности, так и общей эффективности использования сложных взаимосвязанных электромеханических комплексов, к которым относятся прокатные станы, открываются в направлении совершенствования их технического обслуживания в процессе эксплуатации [1]. Следует также отметить, что возникновение аварийных ситуаций и поломки оборудования возникают часто из-за ошибок оператора вследствие так называемого «человеческого фактора». На протяжении смены операторы клеток должны выдерживать высокий темп прокатки, учитывать большое количество технологических параметров, которые изменяются с большой частотой в зависимости от прокатываемого сортамента, возмущающих воздействий и многих других факторов. Поэтому разработка, изготовление и внедрение в прокатном производстве

автоматизированных систем управления оборудования проката и информационной поддержки процесса прокатки позволят, увеличить надёжность работы технологического оборудования и предотвратить аварийные ситуации. Также это позволит получить объективную информацию о ходе технологического процесса, отклонениях от заданных параметров, нестандартных ситуациях, что, в свою очередь, позволит улучшить управляемость процесса, технологическую дисциплину и в результате повысить качество и сортность проката.

Функциональная структура системы является иерархической и содержит два уровня:

- нижний уровень, на котором реализуются функциональные задачи приёма и выдачи электрических сигналов связи с объектом (датчиками, системами электропривода и т. д.).
- верхний уровень, на котором реализуются функциональные задачи обработки информации, диалога с оперативным персоналом и обмена информацией с другими АСУ.

К нижнему уровню относятся такие функции:

- приём от датчиков и систем электропривода информации о текущих значениях параметров прокатки и состоянии механизмов участка клетей;
- слежение за перемещением заготовок;
- сопоставление перед началом каждого пропуска в черновой и чистовой клетях минимально допустимых значений раствора валков с реальными текущими значениями раствора и формирование защитных воздействий на механизмы стана, предотвращающих возникновение недопустимых перегрузок оборудования клетей, в том числе:

- автоматическое ограничение скорости, задаваемой оператором с помощью командоконтроллера, на уровне, обеспечивающем остановку нажимного механизма при достижении минимально допустимого значения;

К верхнему уровню относятся такие функции:

- приём от АСУ цеха сменного наряд-задания на прокатку, содержащего исходные данные и данные заказа партий заготовок, подлежащих прокатке в очередной смене;
- оперативная корректировка данных введённого наряд-задания по указаниям операторов постов управления;
- информационное сопровождение заготовок по линии участка;
- интегрированная индикация на постах управления требуемой совокупности исходных данных, расчётных и текущих значений технологических параметров прокатываемых заготовок;
- приём и реализация указаний операторов постов управления об изменении режимов работы и коррекции отдельных настроечных параметров системы;
- систематическая регистрация в электронном формате для каждой прокатываемой заготовки требуемой совокупности исходных данных, расчётных и фактических значений технологических параметров в каждом пропуске прокатки в черновой и чистовой клети;
- сигнализация на постах управления и регистрация в электронном формате событий несоблюдения минимально допустимых значений раствора валков;
- регистрация в электронном формате событий вмешательства операторов в работу системы;
- вывод на печать требуемых фрагментов зарегистрированных данных по запросам оперативного персонала;
- периодическая передача соответствующих фрагментов зарегистрированных данных в АСУ цеха.

Возможны два варианта технической структуры реализации системы. Первый вариант предусматривает использование промышленного компьютера с модулями устройства связи с объектом, который реализует задачи двух уровней функциональной структуры. Марка и тип ПК, номенклатура модулей УСО

определяются на стадии технорабочего проектирования. В состав средств вычислительной техники для второго варианта технической структуры входит ПК и программируемый контроллер для снятия сигналов с удалённых датчиков, а также выдачи управляющих воздействий на исполнительные механизмы, удалённые от центрального процессора, подключенные к общей магистрали сети. На базе ПК выполнена рабочая станция, реализующая задачи верхнего уровня функциональной структуры. Марка, тип ПК и контроллера определяются на стадии технорабочего проектирования.

В качестве средств ввода и отображения информации могут использоваться стандартные клавиатура и мониторы промышленного исполнения, подключенные к рабочим станциям операторов постов управления технологическим процессом.

К средствам измерения и контроля технологических параметров относятся датчики измерения положения металла, датчики усилия прокатки и другие устройства, участвующие в технологическом процессе. Для обеспечения бесперебойной и устойчивой работы всей системы, а также во избежание создания аварийной ситуации на стане применяются источники бесперебойного питания, обеспечивающие сохранение данных и корректное окончание работ системы даже при аварийном отключении питания.

Экономическая эффективность достигается за счёт следующих факторов:

- предотвращения поломок механизмов;
- увеличение производительности стана за счёт сокращения времени его простоев из-за незапланированных перевалок при поломке;
- увеличение срока службы электро и механооборудования стана за счёт регламентации нагрузок оборудования и соблюдения энергосиловых ограничений;
- улучшение управляемости процесса и технологической дисциплины за счёт слежения за металлом и обеспечения операторов стана исходными данными из сменного задания, а также информацией о ходе технологического процесса.

Изложенное выше подтверждает актуальность и эффективность внедрения в прокатном производстве автоматизированных систем управления оборудования и информационной поддержки процесса прокатки.

2.2 Описание Системы

Состав оборудования технологической линии включает установку ножниц с механизмами резания, зажима и смены кассет с ножами, трайбером перед ножницами, устройствами воздушного охлаждения. Перед ножницами установлены трайбер с пневмоприводом прижима для измерения длины раската и бесконтактный датчик, дублирующий измерение длины мерительным роликом. Оборудование маслоподвала включает циркуляционную смазочную систему, систему пластичной смазки и насосную станцию для гидроприводов зажима и смены кассет. Схема расположения оборудования изображена на рисунке 1.

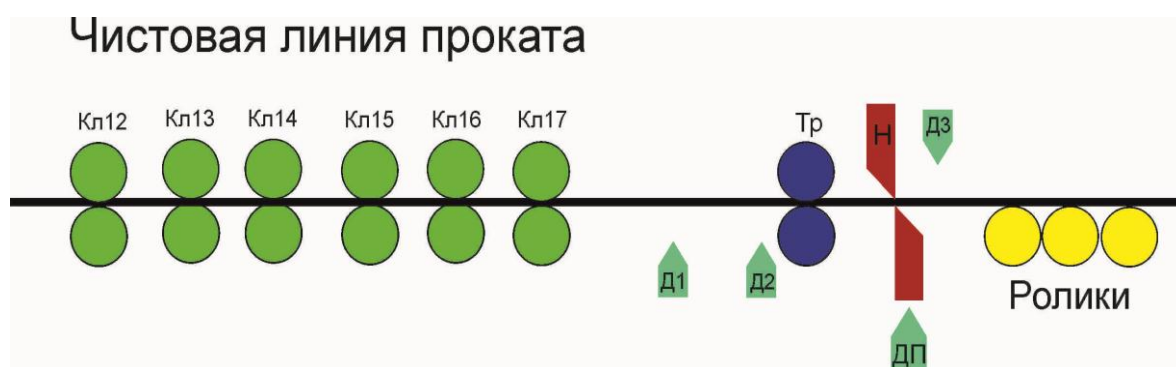


Рисунок 1

где,

Тр – трайбер;

Н – ножницы;

Д1-3 – фиксирует начало и конец раската;

ДП- датчик положения ножниц;

В работе приведено описание объекта управления – участка ножниц стана, рассмотрены задачи автоматизированного управления, показана структура комплекса технических средств и программируемого управления, а также рассказано об аппаратной реализации на базе технических средств фирмы Siemens. Внедрение представленной системы управления позволило обеспечить требуемую производительность участка в рамках проводимой реконструкции стана.

2.3 Структура системы

Функционально технические средства управления разделены на три основные группы:

- управление регулируемыми приводами по локальной сети PROFIBUS DP (RS485) посредством дискретных выходных сигналов контроллера с обработкой входных сигналов датчиков и пульта оператора (оборудование, работающее в цикле технологического процесса линии резки) – группа 1;
- управление нерегулируемыми приводами с релейно контакторным управлением для операций настройки и смены ножей с выдачей информационных и блокирующих сигналов в контроллер – группа 2;
- управление электрооборудованием маслоподвала с рабочих мест и выдачей сигнализирующих и диагностических сигналов оператору – группа 3.

Структура системы представлена на рисунке 2.

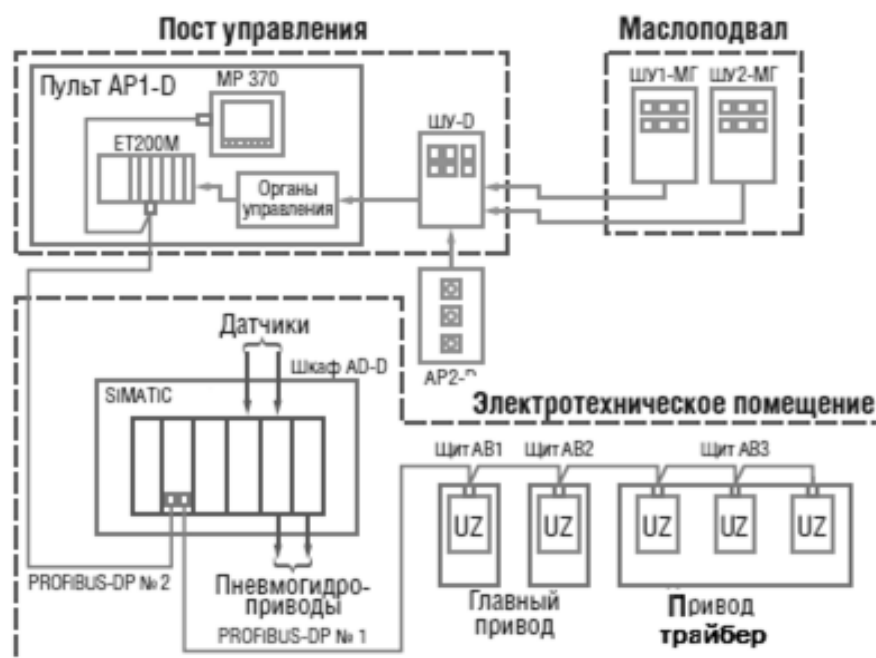


Рисунок 2-Структура системы

Автоматизированная система управления технологическим процессом участка ножниц, предусматривает по выбору оператора режимы ручного и автоматического

управления группой техно логических операций и включает в свой состав следующие подсистемы:

АСУР – управления включением отключением рольгангов технологической линии;

АСИД – измерения отрезаемой длины при делении раскатов;

АСЗД – задания отрезаемой длины раскатов с учётом температуры металла;

АСУД – управления позиционированием при делении раскатов;

АСУН – управления механизмами резания ножниц и трабера при резе;

АСУО – управления охлаждением оборудования;

АСКД – контроля и диагностики состояния оборудования.

Подсистема АСУР управляет функциями последовательного включения секций рольгангов при поступлении на них раскатов с соблюдением необходимых блокировок.

В подсистеме АСИД измерение отрезаемой длины производится с помощью периодически прижимаемого к раскату мерительного ролика с импульсным датчиком или с помощью бесконтактного лазерного датчика по выбору оператора.

В АСЗД производится корректировка уставки отрезаемой длины 20 , заданной при температуре 20°C , с учётом температуры раската T ($^{\circ}\text{C}$), измеренной бесконтактным стационарным пирометром перед ножницами по формуле: $T = 20 (1 + 0,000012 (T - 20))$.

Измерения производятся периодически по инициативе оператора нажатием клавиши на программируемой панели. АСУД реализует автоматическое позиционирование отрезаемой части раската на трайбере при использовании информации о текущей длине из АСИД и заданной длине из АСЗД, причём величина пути торможения раската определяется с учётом уставок задания скорости и темпа замедления при торможении. АСУН предусматривает режимы управления «Работа», «Смена ножей», «Ползучая скорость». В режиме управления «Работа» с учётом особенности однокривошипного механизма резания предусмотрен реверсивный режим траектории движения верхнего ножа между двумя исходными положениями с синхронизацией поворота эксцентрика качающегося рольганга. АСУО обеспечивает

ручной и автоматический режимы оперативного управления подачей воды и воздуха в форсунки охлаждения кассет с ножами измерительного ролика. АСКД выполняет контроль и диагностику состояния оборудования с представлением информации на экране панели оператора.

2.4 Требования к системе

Автоматизированная система управления ножницами должна обеспечить:

- расчет оптимального плана резки металла на мерные заготовки с минимизацией отходов и числа заготовок некондиционных длин;
- более точную порезку раскатов;
- снижение вероятности технологических ошибок при порезке;
- повышение точности учета металла в цехе;
- контроль оборудования;
- улучшение условий труда персонала.

Раскрой проката такого типа является линейным: металл, считается одномерным, т.е. раскрой ведется по одной координате – длине. Однако задача усложняется тем, что раскрой ведется в режиме реальной прокатки, т.е. на момент прибытия раската к линии ножниц точная его длина еще не известна, т.к. прокатка не завершена. Этот важный для процедуры поиска оптимального плана раскроя параметр зависит от сортамента проката (вида стали), режима прокатки, а также от случайных факторов суммарных обжатий раската валками стана при прокатке.

На производстве ножницы применяются на различных производственных этапах. Раскрой металла на каждом из этих этапов осуществляется по определенному принципу, то есть оптимизация плана раскроя происходит по различным критериям и с различными параметрами.

Расчет плана раскроя металла осуществляется в рассмотренных системах с помощью экономико-математических методов, что не всегда дает оптимальный результат.

При оптимизации раскроя большое значение имеет точность измерения параметров технологического процесса, т.к. эти параметры являются исходными данными для построения раскройного плана.

Оптимизация раскроя металла обеспечивает высокий уровень экономии материала, что отражается на себестоимости производимой продукции и на прибыли металлургического предприятия, таким образом, системы подобного профиля имеют высокую окупаемость.

Участок делительных ножниц, так же как и остальные участки прокатного стана, имеющего протяжённые технологические линии, предусматривает установку поста управления для оператора с представлением всей необходимой информации о технологическом процессе и возможностью управления объектом в ручном и автоматизированном режимах с приоритетом вмешательства оператора при выполнении отдельных функций управления.

Управление комплексом оборудования установки ножниц в рабочем режиме должно осуществлять:

- измерение длины раската, поступающего за линию реза ножниц;
- позиционное управление трайбером перед ножницами с заданной точностью для реза, в соответствии с программой деления раскатов;
- разрешение включения оператором цикла автоматической работы механизмов главного привода и качающегося рольганга (опускание при резе и подъём после реза) в синхронизированном позиционном режиме;
- включение воздушного охлаждения в установленной последовательности и на заданное время.

3 РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Выбор оборудования

3.1.1 Общие сведения об оборудовании

В связи с тем, что наше предприятия в сфере автоматизации сотрудничает только с фирмой SIEMENS, то и выбор оборудования для нашей системы ограничится аппаратурой этого производителя.

Из электрического оборудования у нас имеется асинхронный трехфазный электродвигатель механизма ножниц SIEMENS $U=400\text{В}$, $P=450\text{кВт}$, $I=832\text{А}$, $n=0-720\text{об/мин}$ и асинхронный трехфазный двигатель трайбера SIEMENS $U=400\text{В}$, $P=45\text{кВт}$, $I=82\text{А}$, $n=0-988\text{об/мин}$.

Инверторы двигателя ножниц и трайбера запитаны от одного выпрямителя с активным интерфейсным модулем. Данный частотный преобразователь позволяет обеспечивать требуемые характеристики разгона и торможения с рекуперацией энергии в сеть.

Для нашей системы мы будем использовать модульную концепцию от SINAMICS S120.

Гибкая, модульная система приводов для требовательных задач. Система приводов SINAMICS S120 предназначена для решения широкого спектра задач в станко- и машиностроении. Большое количество различных аппаратных модулей и технологических функций позволяет находить оптимальное решение для любого промышленного применения. Преобразователи SINAMICS S120 выпускаются в модификациях для индивидуального или многодвигательного привода. Пользователь может выбирать путем параметрирования любой закон регулирования – скалярный, векторный или серво, аппаратная часть при этом не меняется. Диапазон номинальных мощностей преобразователей частоты SINAMICS S120 - от 0.12 до 4.500 кВт.

SINAMICS S120 может заказываться с различными концепциями охлаждения, что позволяет оптимизировать конструкцию электрошкафов. SINAMICS S120 – наилучшее решение для гибкости и производительности.

SINAMICS S120 обеспечивает наивысшую производительность в упаковочных машинах, термопласт-автоматах и экструдерах, печатных и бумагоделательных машинах, в подъемно-транспортной технике, роботах и манипуляторах, металлообрабатывающих станках, прокатных станах, текстильном и кузнечно-прессовом оборудовании.

По своим свойствам компоненты SINAMICS S120 предусмотрены для монтажа в корпус. Таким корпусом, как правило, являются электрошкафы, которые обеспечивают защиту от непосредственного соприкосновения и других воздействий окружающей среды. Они также включены в концепцию ЭМС.

Общий вид электрошкафа представлен на рисунке 3.

3.1.2 Выбор датчиков обнаружения металла

В промышленной измерительной технике требуются очень точные методы определения расхода и скорости потока. При этом допустимые погрешности не должны превышать одного процента, а иногда и одной десятой процента оптоэлектронные измерители расхода и скорости, работающие на оптическом эффекте Доплера, которые используют особый вид рассеяния света.

Датчики Simatic PX являются бесконтактными выключателями, не содержащих деталей, подверженных механическому износу, и практически нечувствительным к влиянию окружающей среды, поэтому могут использоваться в промышленных условиях повышенной сложности во многих областях автоматизации, например для:

- измерения уровня, расстояний до объектов;
- обнаружение объектов; ☐
- подсчет количества объектов; ☐

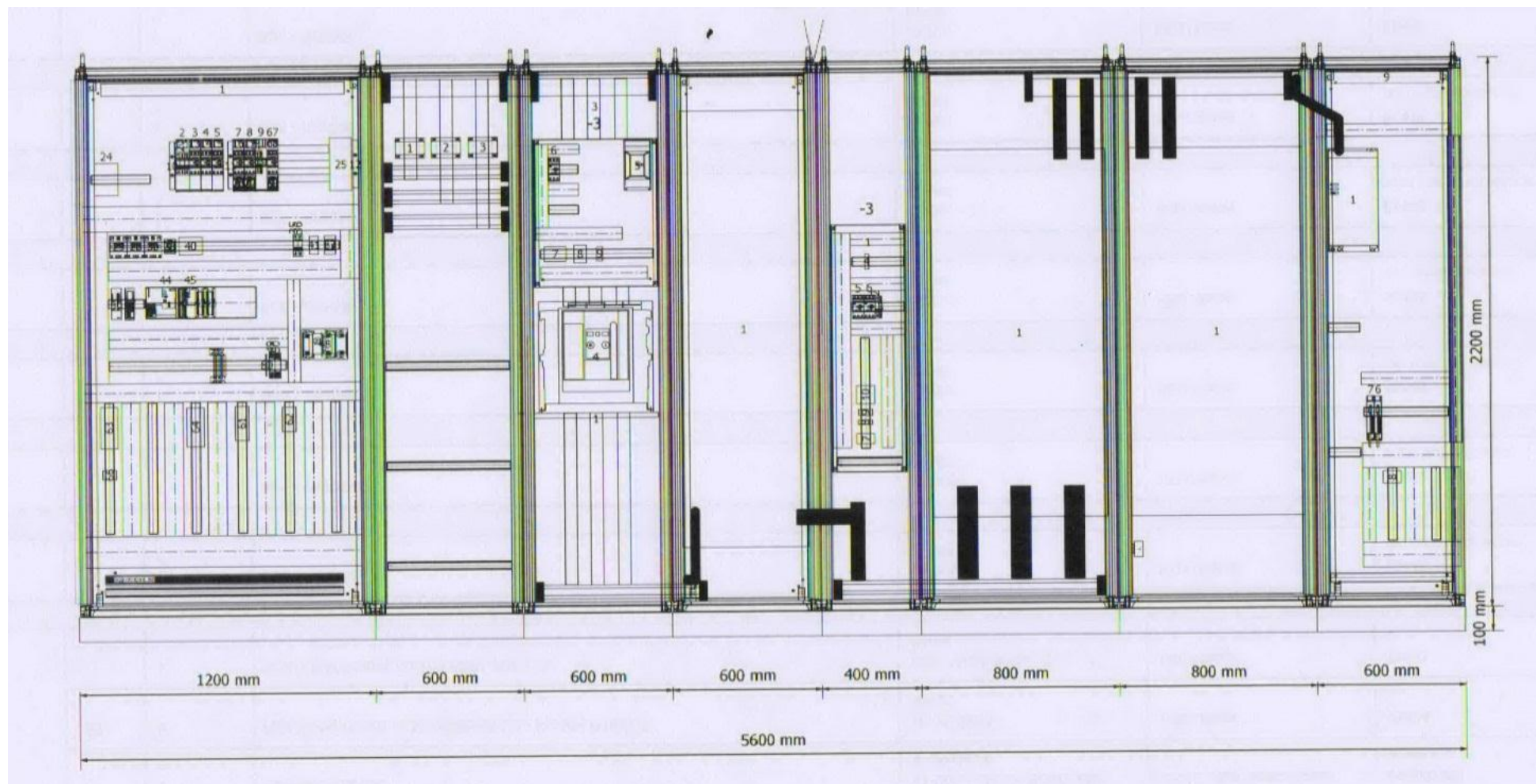


Рисунок 3-Общий вид электрошкафа

- контроль разрывов; □
- определения высоты, цвета, положения объектов.

Бесконтактные датчики подразделяются на 4 типа:

- Ультразвуковые датчики Simatic PXS;
- Фотоэлектрические датчики Simatic PXO;
- Индуктивные датчики Simatic PXI;
- Емкостные датчики Simatic PXC.

Ультразвуковые бесконтактные датчики Simatic PXS применяются везде, где требуется определять как расстояние до объектов, так и наличие самих объектов. Регистрируемые поверхности могут быть твердыми, жидкими, зернистыми или порошкообразными. Уверенно обнаруживаются все плоские или гладкие поверхности, в том числе находящиеся на значительном расстоянии.

Принцип действия данных датчиков заключается в циклическом излучение ультразвуковых импульсов. При отражении импульса от объекта возникающий эхо-сигнал принимается и преобразуется в электрический. Датчики работают в воздушной среде по принципу измерения времени прохождения отраженного сигнала.

Для расширенной настройки ультразвуковых датчиков компактных типов M30 K2, M30 K3 и M18 применяется адаптер для ПК SONPROG. При помощи программного обеспечения можно реализовать следующие функции для датчиков:

- проверка параметров;
- изменение параметров;
- “обучение” датчика.

Фотоэлектрические бесконтактные датчики Simatic PXO обнаруживают все металлические, деревянные или пластмассовые объекты вне зависимости от их структуры. При помощи цветочувствительных датчиков Simatic PXO можно производить считывание маркировок, а также

распознавать различные цвета и контрасты. Аналоговый лазерный датчик обеспечивает достаточно точное определение расстояние до объекта и позволяет осуществлять контроль позиционирования. Датчик Simatic РХО400 К20 в миниатюрном корпусе регистрирует даже прозрачные объекты.

Эти датчики реагируют на изменение количества принимаемого ими света. Излучаемый диодом световой луч прерывается или отражается от регистрируемого предмета.

Датчики отражающего действия представляют из себя простой тип, позволяющий обнаруживать объекты на небольшом расстоянии. Фотореле отражающего действия имеет ряд дополнительных фильтров, исключаящие помехи от других объектов. Фотореле однонаправленного действия позволяет определять объекты на значительном расстоянии, за счет специального расположения приемника и излучателя.

Индуктивные датчики Simatic обеспечивают экономичный метод бесконтактного обнаружения металлических объектов. Используются в первую очередь при высоких требованиях к надежности, точности срабатывания, срока службы, частоты коммутации и т.д. Внешний вид датчика представлен на рисунке 4.



Рисунок 4

Принцип действия датчика основано на создание высокочастотного переменного поля, которое излучается от активной поверхности самого датчика. При приближении объекта к активной поверхности датчик срабатывает.

Преимущества датчика: □

- подключение датчиков IQ Sense осуществляется по 2-х проводной схеме (питание и сигнал проходят по одному кабелю); □
- длина кабеля до 50м; □
- параметрирование и диагностика датчиков из инструментальной среды STEP7;
- возможность осуществлять “обучение” датчиков через функцию Intelli Teach, сохранять данные в ПЛК и загружать параметры в датчики;
- возможна замена датчиков в рабочем режиме без потери параметров “обучения”.

Для подключения датчиков к контролеру и двигателю мы используем модуль датчиков SMC30. Внешний вид показан на рисунке.



Рисунок 5

3.1.3 Выбор энкодер

Задача измерения скорости вращения исполнительных механизмов путём определения углового положения вала двигателя является одной из самых распространённых в области автоматизации.

Энкодер, или датчик угла поворота – это электромеханическое устройство, предназначенное для решения указанной задачи, то есть преобразования углового положения вала в электрический сигнал. Энкодеры могут быть оптическими, резистивными, магнитными и др. По принципу определения углового положения объекта энкодеры разделяют на инкрементные и абсолютные. Абсолютные энкодеры позволяют определять текущее положение оси поворота в любой момент времени, в том числе и после отключения питания. В качестве выходного сигнала абсолютных энкодеров может использоваться обычный двоичный код или код Грея. Для передачи полученных данных и конфигурирования энкодера используют протоколы PROFIBUS, CAN, DeviceNet и др. Абсолютные энкодеры являются более функциональными, но и более дорогими устройствами. Поэтому на практике большее распространение получили инкрементные энкодеры. Инкрементный энкодер формирует за один полный оборот вала определённое количество импульсов. Если вращение вала прекращается, то прекращается и формирование импульсов. Величину угла поворота определяют путём подсчёта числа импульсов от начальной позиции до требуемой. Скорость вращения вала определяется как число импульсов за единицу времени (обороты в минуту). Как правило, выходной сигнал инкрементного энкодера имеет два канала, в которых две идентичные последовательности импульсов сдвинуты на 90° относительно друг друга, что позволяет определять направление вращения. Имеется также третий выход нулевой метки, который позволяет определить абсолютное положение вала, поскольку сразу же после включения положение вала неизвестно. Для формирования импульсов инкрементный энкодер имеет установленный на валу диск с делениями, которые определяют положение вала, и устройство для считывания этого положения. Считывание можно производить

механическими, оптическими или магнитными датчиками. Положение диска (угол поворота) кодируется путём чередования двух типов областей на диске, которые идентифицируются при помощи датчиков. Для определения направления вращения используют второй датчик, который смещён относительно первого на половину ширины штриха диска или промежутка между штрихами. Для определения начального положения диска на него наносится отдельная шкала референтной метки.



Рисунок 6

Для наших устройств подходят энкодер фирмы Baumer Hubner HOG 10 D1024. Внешний вид представлен на рисунке 6.

3.1.4 Выбор программируемого контроллера

Среди контроллеров фирмы SIEMENS с движущимися объектами в режиме реального времени работают только два контроллера. Это CPU 315T-2 DP и CPU 317T-2 DP. Вот их мы и будем сравнивать.

CPU 315T-2 DP это центральный процессор, поддерживающий на уровне операционной системы технологические функции управления движением.

Идеальная платформа для реализации задач синхронного перемещения по нескольким осям с использованием виртуального или реального ведущего устройства, синхронизации передаточных механизмов, использования командоконтроллера и т.д.

Обслуживание развитых систем локального и распределенного ввода-вывода. Набор встроенных входов и выходов для реализации скоростных технологических функций.

Встроенный интерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) для синхронизации работы приводов, выполняющих функции ведомых DP устройств.

Выполнение S7 программ, поддерживающих стандартные функции управления, а также функции управления движением (дополнительного языка программирования для задач управления движением не требуется).

Для работы центрального процессора необходима микро карта памяти (MMC), а для подключения его внешних цепей один 40-полюсный фронтальный соединитель. Эти элементы заказываются отдельно. CPU 315T-2 DP находит применение в системах автоматизации с большими объемами памяти программ, высоким быстродействием, поддерживающих стандартные функции управления, а также функции управления движением. Например, системы управления: CPU 315T-2 DP находит применение в системах автоматизации с большими объемами памяти программ, высоким быстродействием, поддерживающих стандартные функции управления, а также функции управления движением. Например, системы управления:

- сборочными и обрабатывающими линиями;
- формовочными машинами;
- линиями розлива;
- упаковочными машинами;
- стандартными маркирующими машинами и т.д.

В типовом варианте CPU 315T-2 DP используется для управления позиционированием или перемещением по 3 ... 8 связанным или независимым осям. Помимо точного позиционирования по одной оси CPU 315T-2 DP может использоваться для реализации сложных алгоритмов управления перемещением по нескольким осям с использованием виртуального или реального ведущего устройства, синхронизации передаточных механизмов, командоконтроллера и т.д.

CPU 315T-2 DP характеризуется следующими показателями:

Микропроцессор со временем выполнения бинарной инструкции 100 нс, математической операции с плавающей запятой - 3 мкс.

Рабочая память объемом 128 Кбайт, RAM. Для выполнения загружаемых секций программ и хранения оперативных данных. Загружаемая память в виде микро карты памяти для хранения программы пользователя, сохранения полного архива проекта, архивирования данных и обработки рецептур.

Встроенные входы/выходы – 4 дискретных входа и 8 дискретных выходов для выполнения технологических функций, например, ввода сигналов датчиков положения (BERO) или скоростного вывода сигналов командоконтроллера. С определенными ограничениями встроенные дискретные входы могут использоваться STEP 7 программой пользователя.

Гибкое расширение – подключение до 8 модулей S7-300 .

Комбинированный интерфейс MPI/DP – первый встроенный интерфейс MPI/DP позволяет устанавливать одновременно до 16 соединений с программируемыми контроллерами S7-300/400, программаторами, компьютерами и панелями операторов. Одно из этих соединений зарезервировано для PG- и одно для OP функций связи. На основе интерфейса MPI могут создаваться простейшие сетевые структуры с объединением до 32 центральных процессоров и поддержкой механизма передачи глобальных данных.

Этот интерфейс может быть реконфигурирован на работу с MPI на ROFIBUS DP в режиме ведущего или ведомого DP устройства. Интерфейс PROFIBUS DP обеспечивает комплексную поддержку стандарта PROFIBUS DP V1. Это позволяет использовать широкий спектр функций диагностики и настройки параметров ведомых устройств DP V1.

Интерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) обеспечивает поддержку изохронного режима (режима тактовой синхронизации), существенно повышающего точность работы распределенных систем позиционирования и управления перемещением. Этот интерфейс способен выполнять только функции ведущего DP устройства с подключением ведомых устройств DP V0.

CPU 317T-2 DP – это центральный процессор, поддерживающий на уровне операционной системы технологические функции управления движением.

Идеальная платформа для реализации задач синхронного перемещения по нескольким осям с использованием виртуального или реального ведущего устройства, синхронизации передаточных механизмов, использования командоконтроллера и т.д.

Встроенный интерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) для синхронизации работы приводов, выполняющих функции ведомых DP устройств.

Выполнение S7 программ, поддерживающих стандартные функции управления, а также функции управления движением (дополнительного языка программирования для задач управления движением не требуется).

CPU 317T-2 DP находит применение в системах автоматизации с большими объемами памяти программ, высоким быстродействием, поддерживающих стандартные функции управления, а также функции управления движением. Например, системы управления:

- сборочными и обрабатывающими линиями;
- формовочными машинами;
- линиями розлива;

- упаковочными машинами;
- стандартными маркирующими машинами и т.д.

В типовом варианте CPU 317T-2 DP используется для управления позиционированием или перемещением по 3 ... 8 связанным или независимым осям. Однако возможно построение систем, обслуживающих до 16 (S7 Technology V1.0) или до 32 (S7-Technology V2.0) осей. Помимо точного позиционирования по одной оси CPU 317T-2 DP может использоваться для реализации сложных алгоритмов управления перемещением по нескольким осям с использованием виртуального или реального ведущего устройства, синхронизации передаточных механизмов, командоконтроллера и т.д.

CPU 317T-2 DP характеризуется следующими показателями:

Микропроцессор со временем выполнения бинарной инструкции 100 нс, математической операции с плавающей запятой - 2 мкс.

Рабочая память объемом 512 Кбайт, для выполнения загружаемых секций программ и хранения оперативных данных. Загружаемая память в виде микро карты памяти для хранения программы пользователя, сохранения полного архива проекта, архивирования данных и обработки рецептов.

Встроенные входы/выходы – 4 дискретных входа и 8 дискретных выходов для выполнения технологических функций, например, ввода сигналов датчиков положения (BERO) или скоростного вывода сигналов командоконтроллера. С определенными ограничениями встроенные дискретные входы могут использоваться STEP 7 программой пользователя.

Комбинированный интерфейс MPI/DP – первый встроенный интерфейс MPI/DP позволяет устанавливать одновременно до 32 соединений с программируемыми контроллерами S7-300/400, программаторами, компьютерами и панелями операторов. Одно из этих соединений зарезервировано для PG- и одно для OP функций связи. На основе интерфейса MPI могут создаваться простейшие сетевые структуры с

объединением до 32 центральных процессоров и поддержкой механизма передачи глобальных данных.

Этот интерфейс может быть реконфигурирован на работу с MPI на PROFIBUS DP в режиме ведущего или ведомого DP устройства. Интерфейс PROFIBUS DP обеспечивает комплексную поддержку стандарта PROFIBUS DP V1. Это позволяет использовать широкий спектр функций диагностики и настройки параметров ведомых устройств DP V1.

Интерфейс PROFIBUS DP (DRIVE) обеспечивает поддержку изохронного режима (режима тактовой синхронизации), существенно повышающего точность работы распределенных систем позиционирования и управления перемещением. Этот интерфейс способен выполнять только функции ведущего DP устройства с подключением ведомых устройств DP V0.

Анализируя характеристики контроллеров SIMATIC серии CPU 315T-2 DP и серии CPU 317T-2 DP и учитывая особенности разрабатываемой схемы САР, в качестве программируемого логического контроллера будет целесообразно использовать контроллер CPU 315T-2 DP.



Рисунок 7

Фрагмент подключения контроллера представлен на принципиальной схеме в приложение Ж.

3.1.5 Выбор управляющего модуля

Приводная система Siemens Sinamics S120 состоит из управляющего модуля (CU320), модуля питания и модулей двигателя.

Модуль CU320 оснащен картой памяти, на которой хранится программа. CU320 соединяется с модулями питания и/или модулями двигателя с помощью кабелей drivesliq.

Конфигурирование выполняется в программе S7Technology, аналогично

настройке электроприводов в программе Starter. Рабочая конфигурация загружается в CU320, и хранится на карте памяти. Модуль CU320 управляет всеми подключенными к нему устройствами.

В стандартной конфигурации блок управления CU320 имеет следующие интерфейсы:

4 x гнезда DRIVE-CLiQ для коммуникации с другими устройствами DRIVE-CLiQ, например, модулями двигателя, сетевыми модулями Active, сенсорными модулями, оконечными модулями;

1 x интерфейс PROFIBUS;

8 x параметрируемых цифровых входов (незаземленные);

8 x параметрируемых двухсторонних цифровых входов/выходов (заземленные), из которых 6 высокоскоростные цифровые входы;

1 x последовательный интерфейс RS232;

1 x опционное гнездо;

3 x контрольных гнезда и базовое заземление для поддержки пуско-наладки;

1 x соединение для питания электроники через разъем блока питания 24 В DC;

1 х соединение РЕ (защитное заземление);

1 х заземление.



Рисунок 8

Внешний вид представлен на рисунке 8.

3.1.6 Выбор модуля питания

Мы устанавливаем активный модуль питания SINAMICS S120 630кВт.

Активный блок питания работает как повышающий преобразователь напряжения и вырабатывает регулируемое напряжение промежуточного контура, которое в 1,5 раза выше, чем номинальное напряжение сети. Благодаря этому на подключенные модули двигателей поступает повышенное, стабильное напряжение, не зависящее от колебаний напряжения сети, что приводит к более высокой динамике и улучшенным свойствам регулирования.

При необходимости активный модуль питания дополнительно может выполнять функции компенсации реактивной мощности.

Активная система питания состоит из активного интерфейсного модуля и активного модуля питания.

У активной системы питания с активным модулем питания шунтирующий контактор интегрирован в соответствующий активный интерфейсный модуль. Активные интерфейсные модули и активные модули питания имеют степень защиты IP20.

Через активный модуль питания один или несколько модулей двигателей подключаются к сети энергоснабжения. Активный модуль питания вырабатывает постоянное напряжение промежуточного контура для модулей двигателей. При этом колебания напряжения сети не отражаются на напряжении промежуточного контура.

Поддержка рекуперации активного модуля питания может быть деактивирована через параметры.

Активный модуль питания в генераторном режиме двигателей рекуперировывает энергию в сеть.

Активный модуль питания используется:

для двигателей с высокими динамическими требованиями к приводам;
для частых циклов торможения и высоких энергий торможения.

Для двигателя ножниц установлен модуль двигателя SINAMICS S120 710кВт.

Модуль двигателя – это силовая часть (инвертор DC-AC), питающий подключенный двигатель энергией.

$P_N=710\text{кВт}$, $I_N=1260\text{А}$, IP00, вес 450кг.

Для двигателя трайбера установлен модуль двигателя SINAMICS S120 46кВт.



Рисунок 9

Внешний вид модуля представлен на рисунке 9.

3.1.7 Выбор активного интерфейсного модуля

Активный интерфейсный модуль ($P_n=900\text{кВт}$, $I_n=1495\text{А}$, $f=47\text{-}63\text{Гц}$, $U_n=3\text{АС } 380\text{-}480\text{В}$) содержит фильтр Clean Power с базовым подавлением помех, схему подзарядки для активного модуля питания, устройство регистрации напряжения сети и контрольные датчики.

С помощью фильтра Clean Power практически полностью подавляются сетевые гармоники.

Активный интерфейсный модуль содержит фильтр Clean Power, сетевой дроссель, схему подзарядки, шунтирующий контактор (для типоразмера FI, GI), модуль регистрации напряжения сети VSM и вентилятор.



Рисунок 10

Внешний вид модуля представлен на рисунке 10.

3.1.8 Выбор центрального и локального пульта

Система визуализации предназначена для отображения текущего состояния механизма и ввода необходимых параметров для работы. Система визуализации предоставляет все условия управления, диагностирования, администрирования ошибок и безопасной работы. Быстрое обнаружение ошибок и графическое представление помогают обслуживающему персоналу быстрее понять работу и состояние линий. Философия управления и отображения информации были успешно внедрены несколько раз. В данной системе большая часть ответственности лежит на обслуживающем персонале.

Она состоит из двух отдельных панелей управления: центральной и локальной.

Центральная: MP377 19" с сенсорным экраном.

Локальная: MP277 8" с кнопками управления.

3.2 Разработка схем автоматического управления

3.2.1 Разработка функциональной схемы

Функциональная схема построена на промышленной сети PROFIBUS-DP.

Она включает в себя:

- модуль «Блок питания» на базе фирменного источника питания PS 307 на ток 5 А;
- модуль «Контроллер SIMATIC S7-300 (Master S7-300)», включающий в себя CPU 315-2DP (заказной номер 315-2G10-OABO), модуль дискретного ввода/вывода SM323 DI8/DO8xDC24V (заказной номер 323-1BH01-OAAO) и модуль дискретного вывода SM322 DO8xDC24V/2A (заказной номер 322-1BF01-OAAO);
- модуль «Контроллер SIMATIC S7-300 (Slave S7-300)», включающий в себя CPU 315-2DP, модуль дискретного ввода DI16xDC24V и модуль дискретного вывода SM322 DO16xDC24V/0,5A;
- модуль «Децентрализованная периферия ET200M (Slave ET200M)», включающий в себя интерфейсный модуль IM153-2F O и модуль ввода/вывода SM323 DI16/DO16xDC24V;
- модуль «Оптический шинный терминал OBT»;
- модуль «Блок имитационных сигналов»;
- адаптер для связи ПЭВМ с промышленной сетью;
- соединительные кабели.

Для полноты представления сети в установке используются как проводные кабели типа витой пары интерфейса RS485, так и оптический кабель. Оптический сетевой терминал OBT обеспечивает переход от проводного к оптическому кабелю. На схеме показано:

- сплошными линиями – кабели низковольтного питания постоянным напряжением 24 В;
- штриховыми линиями кабели проводные (витая пара) сети PROFIBUS-DP;

- сплошной двойной толстой линией –оптический кабель;
- штрихпунктирной линией – связь программируемых контроллеров и ET200M с блоком имитационных сигналов.

Программирование программируемых контроллеров осуществляется по сети через разъемы DP процессорных модулей CPU, поэтому адаптер связи с компьютером подключен непосредственно к сети.

Функциональная схема представлена в приложение.

3.2.2 Разработка принципиальной схемы

На первом этапе создания электрической схемы подключения назначим адреса входных и выходных сигналов контроллера. В приложение приведена таблица соответствий входных и выходных сигналов.

В соответствии с данными таблиц входных и выходных сигналов проектируем электрическую схему подключений к ПЛК датчиков, магнитных пускателей и электромагнитов.

Для защиты электрической цепи от ненормальных режимов работы (перегрузок, токов коротких замыканий) необходимо поставить в схему автоматический выключатель. Например, двухполюсный АП50Б-2МТ.

Характеристики автоматического выключателя:

- расцепитель электромагнитный – $10I_n$ (I_n – номинальный ток); тепловой – $1,05 - 1,35 I_n$;
- номинальное напряжение 220 В;
- частота 50.
- изготовитель «Электроаппарат», Россия

Электрическая схема подключений приведена в графической части курсовой работы.

3.3 Разработка схемы промышленной сети

3.3.1 Описание используемой сети

В качестве полевой шины используется Profibus сеть.

Profibus (Process Field Bus) разработанная компанией Siemens AG для своих промышленных контроллеров SIMATIC. Profibus обеспечивает обмен данными между *ведущими* и *ведомыми* устройствами или между несколькими ведущими устройствами и позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему на полевом уровне. Так, например, Profibus может связывать PLC с удаленными ведомыми модулями распределенного ввода/вывода, расположенными вблизи конкретных полевых устройств, либо с индикаторными панелями и органами управления на пультах оператора. Profibus объединяет технологические и функциональные особенности последовательной связи полевого уровня. Она позволяет объединять разрозненные устройства автоматизации в единую систему на уровне датчиков и приводов.

Profibus использует обмен данными между ведущим и ведомыми устройствами (протоколы DP и PA) или между несколькими ведущими устройствами (протоколы FDL и FMS). Требования пользователей к получению открытой, независимой от производителя системе связи, базируется на использовании стандартных протоколов Profibus.

Сеть Profibus построена в соответствии с многоуровневой сетевой моделью ISO 7498. Profibus определяет следующие уровни:

- физический уровень – отвечает за характеристики физической передачи;
- канальный уровень – определяет протокол доступа к шине;
- уровень приложений – отвечает за прикладные функции.

Физически Profibus может представлять собой:

- электрическую сеть с шинной топологией, использующую экранированную витую пару, соответствующую стандарту RS-485;
- оптическую сеть на основе волоконно-оптического кабеля;

- инфракрасную сеть.

Скорость передачи по ней может варьироваться от 9,6 Кбит/сек до 12 Мбит/сек.

3.3.2 Структура сети

В Technology CPU установлены две MPI/Profibus сети (X1 и X3). Сеть X1 предназначена для подключения внешней периферии и программатора. К сети X3 подключен управляющий модуль электропривода Sinamics CU320. Для конфигурирования, внесения изменений в параметры привода или проверки текущего состояния привода в ONLINE режиме программатор подсоединяют к сети X1. Для того чтобы клиент сети X3 был доступен программатора в сети X1 в настройках проекта NetPro необходимо активировать функцию Routing (Routing of a Simatic PC Station).

Схема подключения представлена на рисунке 11.

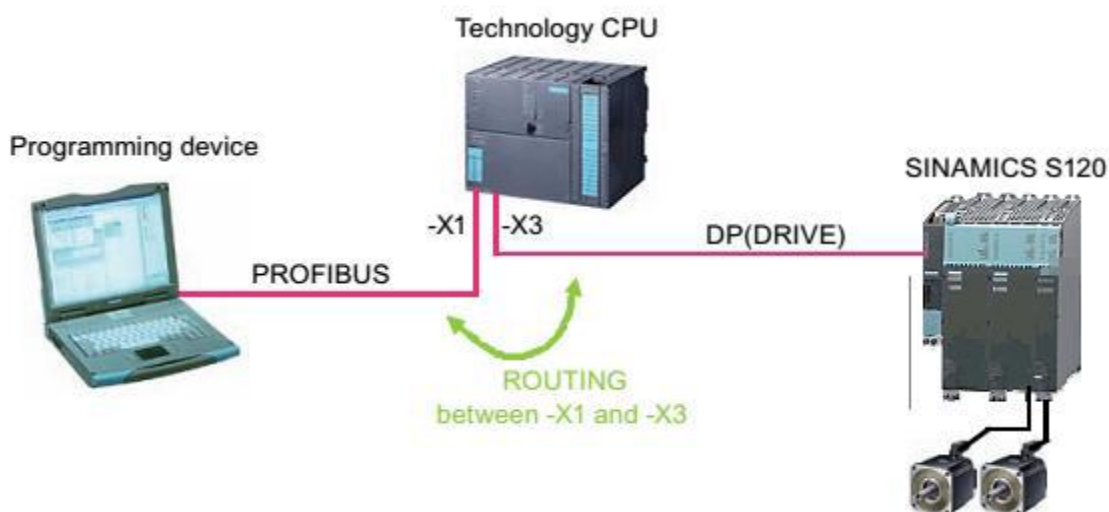


Рисунок 11-Схема подключения

Структура сети представлена в приложение Д.

3.3.3 Контроль системы

Одной из сильных сторон полевых шин и протоколов промышленного Ethernet в общем, а также Profibus в частности, является их диагностическая информация. Она позволяет существенно понизить вероятность простоев и ускорить устранение неисправностей.

Profibus используют разнообразные способы предотвращения простоев и устранения их причин, в случае возникновения. На «первой линии обороны» находятся тревоги, оповещение о которых происходит с помощью HMI. Тревоги бывают связаны с:

- процессными переменными;
- аппаратным обеспечением;
- средствами управления.

Протоколы определяют и поддерживают тревоги. Кроме того, протоколы поддерживают диагностическую информацию о передаваемых переменных: флаг, сопровождающий переменную от процессного устройства, сообщает, «хорошая» это переменная, или «подозрительная». Более того, протоколы генерируют и передают информацию об управлении производственными активами, которая может быть использована для предиктивного ТО или мониторинга состояния оборудования.

Для Profibus DP первой линией диагностики является статус тревог. Тревоги могут быть вызваны как процессами, так и аппаратным обеспечением.

Существуют инструменты для проверки сети как в статическом, так и рабочем режимах. Инструменты для тестирования статического физического уровня могут обнаруживать многие ошибки соединения:

- Перепутанные провода
- Разрывы проводов
- Короткое замыкание на линиях A-B
- Короткое замыкание экрана A/B

- Отсутствующая или избыточная терминация
- Длина сегмента

Инструменты для анализа сети в рабочем режиме подсоединяют к работающей сети для решения следующих задач:

- Определения «живого списка» (все активные станции на шине).
- Анализа протокола для сетей и устройств Profibus DP и PA.

Помогает найти проблемы при старте.

- Сбора статистики для повторов, падений, испорченных сообщений и т.д.

Инструменты для анализа работающей сети обладают осциллоскопическими функциями (форма волны, уровень сигнала, отражения), определяют топологию сети и помогают в обнаружении ошибок кабелей, неработающих устройств и т.д.

В нашем проекте таким инструментом является NCM S7 PROFIBUS. Ей всегда доступны следующие диагностические функции, не зависимо от сконфигурированного режима PROFIBUS CP:

- Запрос состояния PROFIBUS и режима PROFIBUS CP.
- Запрос текущих параметров шины PROFIBUS.
- Запрос статистической информации по станции.
- Вызов сообщений по событиям, записанных в PROFIBUS CP (диагностический буфер).
- Вывод общего состояния станции PROFIBUS.

3.4 Разработка основной программы

3.4.1 Разработка модуля расчета момента времени срабатывания ножниц

Алгоритм работы ножниц заключается в следующем, при получении команды на рез от системы АСУ, через дискретный вход происходит рез ножниц, затем торможение и парковка заданную позицию. Задание на

скорость в соответствие со скоростью прокатки система управления ножниц получает через сеть PROFIBUS.

Зная скорость движения заготовки 1,5-5м/с, мы можем рассчитать через какое время заготовка будут проходить позиционные датчики. Для обеспечения заданной скорости заготовки индуктор включается по сигналу от датчика через промежуток времени, необходимый для преодоления между соседними датчиками с заданной скоростью.

Скорость полосы 1,5-5м/с, т.к мы не знаем какой металл, тем тоньше, тем быстрее режется следовательно за среднюю скорость 3м/с.

Расстояние между Д1 и Д2, $S_1 = 4 \text{ м}$

Расстояние между Д2 и Д3, $S_2 = 8 \text{ м}$

Расстояние между Д3 и Д4, $S_3 = 5 \text{ м}$

Пусть датчик первый Д1 срабатывает в t , то по формуле $t = S / v$

Д2 сработает через $t_1 = S_1 / v = 1,3 \text{ с.}$

Д3 сработает через $t_2 = S_2 / v = 2,6 \text{ с.}$

Д4 сработает через $t_3 = S_3 / v = 1,6 \text{ с.}$

Для расчета мерного реза нам известна скорость ножей при резки. Она меняется в зависимости от длины,

длина 2000-2500 мм – 1,0м/с

длина 2500-3000 мм – 1,1м/с

длина 3000-3500 мм – 1,2м/с

свыше 3500 мм – 1,5м/с

следовательно, за среднюю скорость 1м/с.

Расчет реза:

Дано:

$T = \text{от } 3 \text{ до } 16 \text{ мм};$

$Ш = 1860 \text{ мм};$

Угол наклона до 3°

$a = 8,5 \text{ см}$

$P = 36000 \text{ кг} = 36 \text{ т}$

Расчет:

Усиление прижима при резании принимается равным 5% от Р т.е.

$$Q_p = 1.8T$$

При числе ходов ножниц $n = 13$ в минуту время одного оборота:

$$t_{ц} = T/n, (1)$$

где $t_{ц}$ – время одного оборота, с

T - период полного оборота, с

n – число оборотов

$$t_{ц} = 60/13 = 4,6\text{с}$$

Пути ножа по вертикали под нагрузкой при резании:

$$h = T + Ш * \operatorname{tg} \lambda, (2)$$

где h – путь ножа, мм

$Ш$ – ширина полосы, мм

T – толщина полосы, мм

$\operatorname{tg} \lambda$ – угол наклона верхнего ножа, °

$$h = 16 + 1860 * \operatorname{tg} 3 = 98\text{мм}$$

Время резания:

$$t_p \sim t_{ц} / 2 * h/2a, (3)$$

где t_p – время резания, с

$t_{ц}$ – время одного оборота, с

h - пути ножа по вертикали при резании, мм

$$t_p \sim t_{ц} / 2 * h/2a = 1,4\text{с}$$

Скорость резания:

$$v = h / t_p, (4)$$

где v – скорость резания, м/с

h - пути ножа по вертикали при резании, мм

t_p – время резания, с

$$v = h / t_p = 70\text{мм/с}$$

Пусть число оборотов будет равный 2000 и заданный рез на 1200 мм,

$$L_{\text{скор.р}} = L_3 * 2000 - L_n$$

$$L_{\text{скор.р}} = 1200 * 2000 - 98,$$

т.е. для реза на счетчик подается 2400000 импульсов для рабочей длины (1200мм) и чтоб нож точно резал, с его инерционность еще 196000 импульсов. По истечении 2596000 импульсов, происходит рез. Когда полоса заканчивается, счетчик сбрасывает значения.

3.4.2 Блоки программы

Язык программирования STL предоставляет для разных задач различные типы блоков:

Пользовательские блоки (user blocks) содержат пользовательскую программу и пользовательские данные.

Системные блоки (system blocks) содержат системную программу и системные данные.

Стандартные блоки (standard blocks), созданные заранее, готовы к непосредственному использованию. К ним относятся драйверы для функциональных модулей (FM) и коммуникационных процессоров (CP).

Организационные блоки служат в качестве интерфейса между операционной системой и программой пользователя. Операционная система CPU вызывает организационные блоки при возникновении определенных событий, например в случае аппаратного прерывания или прерывания по времени суток.

Функциональные блоки являются частями программы, вызовы которых могут быть запрограммированы с помощью параметров блока. У них есть область памяти для переменных (variable memory), которая расположена в блоке данных. Этот блок постоянно назначен функциональному блоку или, точнее, вызову (call) функционального блока.

Программа поделена на программные блоки и функции в зависимости от задачи. Существующие стандартные компоненты основаны на многолетнем опыте. К каждому стандартному компоненту прилагается описание. Эти компоненты реализованы как функциональные блоки и они защищены от изменений. Любые высказывания относящиеся к структуре программы являются примерочными и могут быть изменены в соответствии с другими процессами. Слово состояния определено для каждого привода, в котором отображена вся необходимая для управления информация. Все величины технологических процессов указаны в стандартной форме. Все технологические расчеты или преобразования сделаны в физических величинах в PLC, и доступны для понимания технологом. Для диагностики сети используются стандартные блоки SIEMENS. Вся сеть представлена на визуализации в виде схемы. Все ветки программы в основном по ширине укладываются в станицу. Количество веток в блоках OBs, FB и FC ограничено 50. Символьное имя блоков и заголовков веток написаны с метками и описанием. Все используемые маркеры описаны в символьной таблице. Символьные имена Вх./Вых. приравнены к символьной адресации. Комментарии содержат короткое описание. Так же символьные имена имеют ссылки на принципиальные схемы.

Пример разработанных блоков показан на рисунке 12.

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work me...	Type	Version (Header)	Name (Header)
System data	---	---	---	SDB	---	---
OB1		STL	300	Organization Block	0.1	
OB10		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB20		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB35		FBD	162	Organization Block	0.1	
OB40		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB55		FBD	38	Organization Block	0.1	
OB100		FBD	44	Organization Block	0.1	
OB121		FBD	40	Organization Block	0.1	
OB122		FBD	40	Organization Block	0.1	
FB1		GRAPH	38	Function Block	0.1	
FB400		FBD	38	Function Block	0.1	
FB401		STL	66	Function Block	3.0	MC_Power
FB402		STL	66	Function Block	1.9	MC_Reset
FB403		STL	66	Function Block	1.9	MC_Home
FB404		STL	66	Function Block	3.0	MC_Stop
FB405		STL	66	Function Block	1.9	MC_Halt
FB407		STL	66	Function Block	2.0	MC_WritP
FB410		STL	66	Function Block	2.0	MC_MvAbs
FB414		STL	66	Function Block	2.0	MC_MvVel
FB451		STL	66	Function Block	2.0	MC_WritA
FB455		STL	66	Function Block	2.0	MC_ReadD
FB456		STL	66	Function Block	2.0	MC_WritD
FB805		FBD	3148	Function Block	0.1	
FB1030		FBD	946	Function Block	0.1	
FC1		FBD	104	Function	0.1	
FC2		FBD	542	Function	0.1	
FC5		STL	158	Function	1.2	TIM_S5T1
FC10		FBD	1528	Function	0.1	
FC11		FBD	144	Function	0.1	
FC20		FBD	770	Function	0.1	
FC21		STL	154	Function	0.1	
FC22		FBD	588	Function	0.1	
FC23		FBD	430	Function	0.1	
FC24		FBD	722	Function	0.1	

Рисунок 12

В приложение приведен листинг трех блоков. Первый блок это вызов программ. Второй отвечает за рез ножниц и третий отвечает за вывод ошибок.

3.4.3 Режимы работы системы

Существуют следующие режимы работы:

- Автоматический
- Калибровка
- Ручной
- Обслуживание

Режим “Калибровка” служит для установления соответствия между положением ножниц и сенсором положения SBE.M01. В режиме калибровки ножницы выполняют один оборот, при этом при прохождении сенсора

позиция ножниц устанавливается в 0 о и паркуются в позиции, заданной на экране ножниц «Парковочная позиция».

В сервисном режим используется только для поиска неисправностей и ремонта. Данный режим использовать для ручного управления приводами ножниц и трайба.

Ручной режим позволяет управлять движением ножниц при помощи кнопок пульта или кнопок локального пульта или движением трайба при помощи кнопок главного пульта или кнопок.

Скорость вращения приводов в Ручном режиме задается на экране «Ножницы». Движения продолжается с длительностью нажатого соответствующего джойстика. При отпускании джойстика движение привода останавливается.

В автоматическом режиме происходит рез проката без вмешательства обслуживающего персонала согласно параметрам, заданным системой раскроя. Для работы в автоматическом режиме должны быть выполнены следующие условия:

- ножницы находятся в позиции парковки;
- включен привод Ножниц.

Ножницы в автоматическом режиме вращаются со скоростью системы раскроя плюс добавочная скорость, которая задается коэффициентом скорости на экране Ножниц.

Трайб в автоматическом режиме вращается со скоростью от системы раскроя плюс добавочная скорость, которая задается коэффициентом скорости на экране Ролик.

Для экстренного отключения системы существует аварийная остановка. Грибовидные кнопки аварийной остановки окрашены в красный цвет. Переключение контакта вызывает аппаратное отключение соответствующего оборудования. Кнопки аварийной остановки располагаются на центральном пульте управления и панелях управления на местах. Цепь безопасности состоит из грибовидных кнопок и реле

безопасности. При срабатывании аварийной остановки отключается всё питающее напряжение (кроме источников бесперебойного питания). Приводы с частотными преобразователями продолжают вращение на самовыбеге.

3.4.4 Разработка алгоритма автоматической работы

Рассмотрим алгоритм работы ножниц. Он начинается с ввода исходных данных. Затем идет ожидание сигнала от датчиков. Если сигнала нет, то продолжаем ожидание, если же сигнал пришел, то если первая заготовка, то начинается отсчет длины заготовки. Если рез не первый, то режем по известной величине. Цикл повторяется до тех пор, пока не кончается заготовка. По окончании заготовки происходит проверка на наличия задания. Если задания нет, то заканчиваем работу. Если же задание получено, то переходим в режим ожидания сигнала.

Алгоритм работы представлен на рисунке 13.

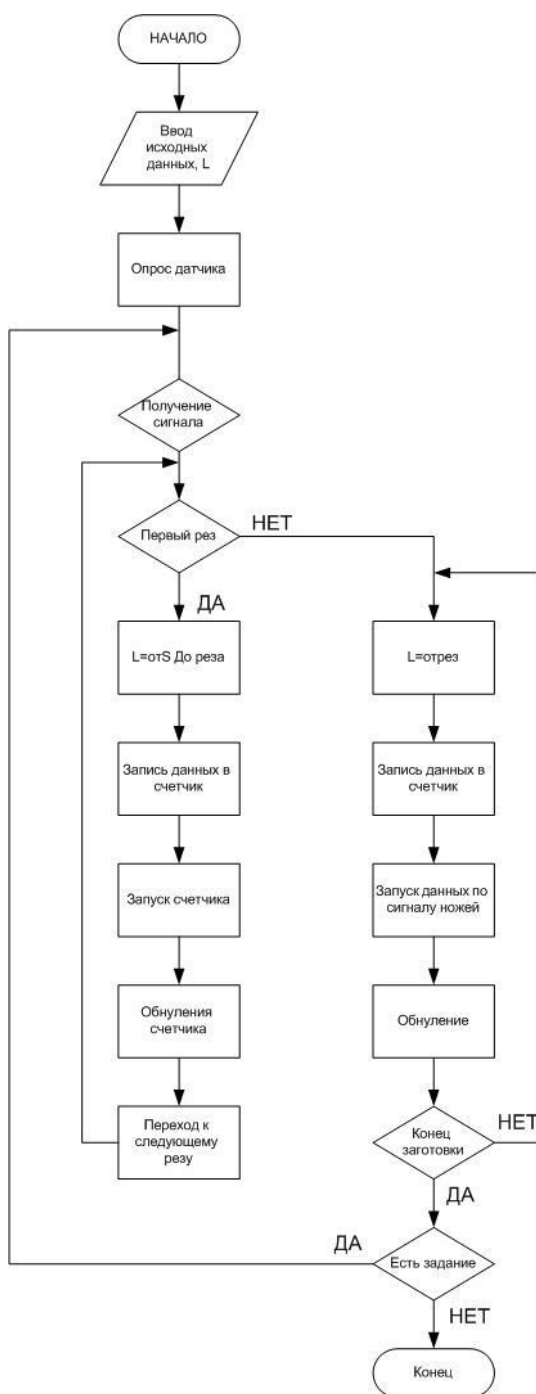


Рисунок 13-Алгоритм работы программы

3.5 Разработка человеко-машинного интерфейса

3.5.1. Система визуализации и управления SIMATIC HMI

Для визуализации мы использовали SIMATIC HMI которая предоставляет широкий спектр аппаратуры и программного обеспечения,

позволяющий создавать эффективные системы человеко-машинного интерфейса:

- Полная совместимость с SIMATIC S7. Функции обслуживания устройств человеко-машинного интерфейса встроены в операционную систему программируемых контроллеров SIMATIC S7.
- Унификация с контроллерами SIMATIC S7: общие базы данных, унифицированный интерфейс и т.д.
- Прямое подключение к контроллерам по PPI или MPI интерфейсам.

- Возможность работы в сети PROFIBUS.

SIMATIC HMI включают в свой состав:

- Широкий спектр аппаратуры: кнопочные панели, текстовые дисплеи, текстовые и графические панели оператора, сенсорные панели и панели с встроенной клавиатурой, многофункциональные панели, промышленные компьютеры.
- Программное обеспечение систем человеко-машинного интерфейса: SCADA систему SIMATIC WinCC, программное обеспечение визуализации SIMATIC ProTool/Pro, программное обеспечение конфигурирования устройств человеко-машинного интерфейса SIMATIC ProTool, программное обеспечение для построения систем технической диагностики.
- Системы человеко-машинного интерфейса: готовые к применению комплексы, включающие в свой состав весь набор необходимой аппаратуры и программного обеспечения.

3.5.2 Обзор системы SIMATIC HMI

На главном экране выбираются ножницы, информация о которых будет в дальнейшем отображаться. Вид главного экрана представлен на рисунке 14.

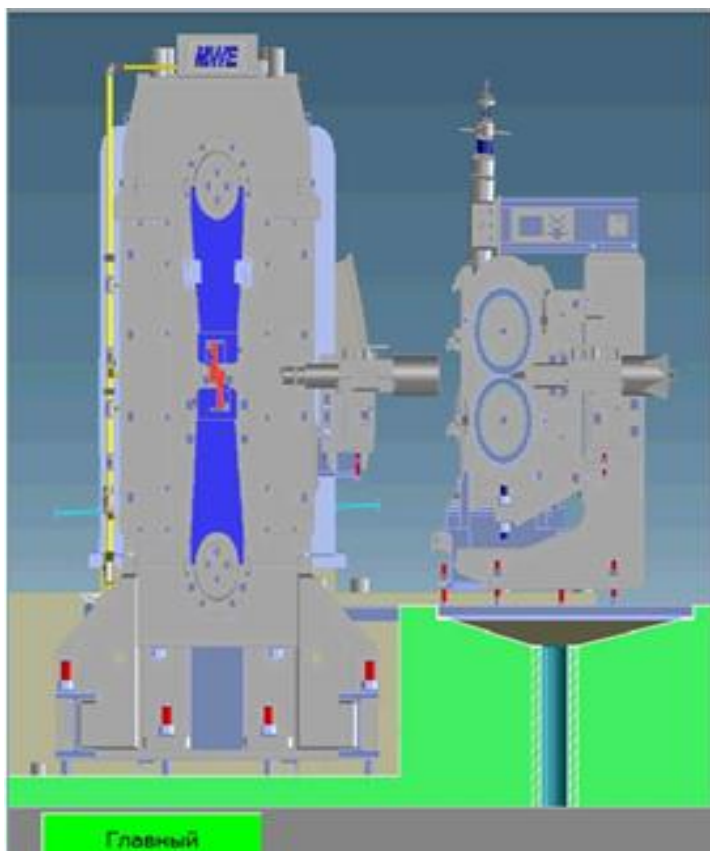


Рисунок 12

На рисунке 15 отображается экран ножниц системы НМІ:

- отображается общее состояние всех элементов (общая готовность приводов и системы смазки, текущие значения основных параметров электроприводов (ток, скорость вращения, момент), состояние датчика горячего металла НМД);
- отображаются данные проката;
- вводятся данные для работы пробоотборника и отображается его текущее состояние;
- вводятся параметры для ручного режима;
- осуществляется включение/выключение приводов
- готовность маслостанции.

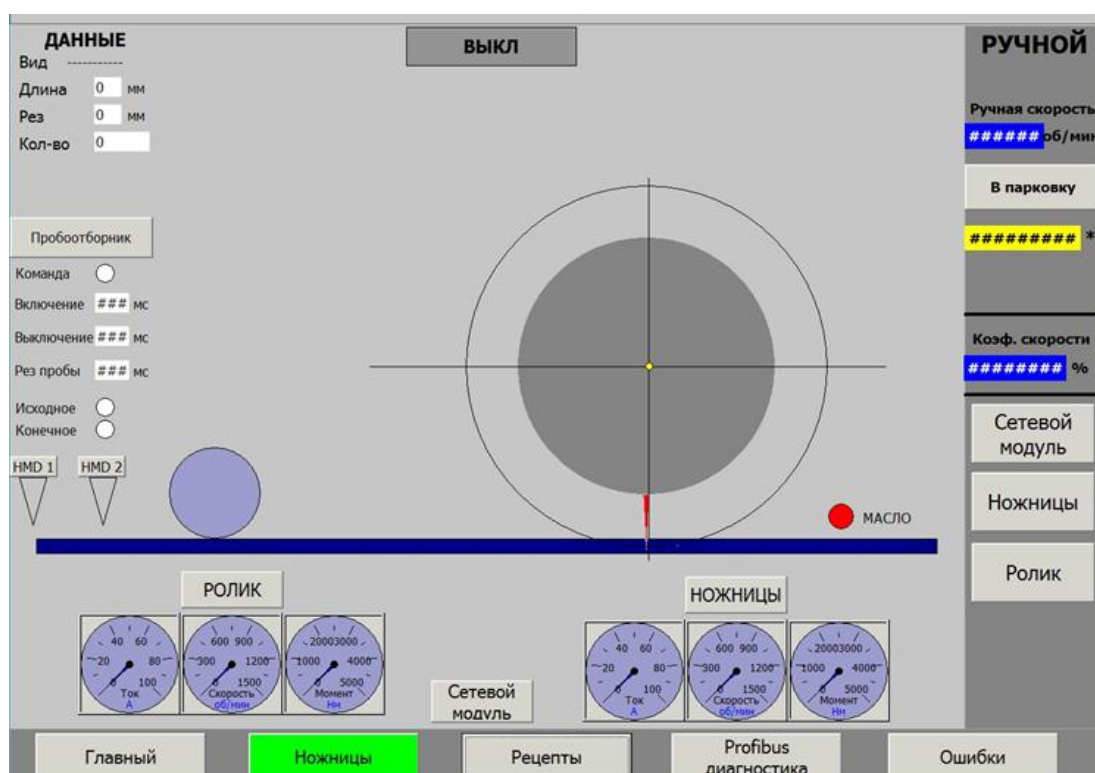


Рисунок 15

При нажатии на кнопки приводов отображаются статус и состояния электроприводов тянущего ролика и ножниц, а также сетевого модуля (выпрямителя). При повторном нажатии эта информация скрывается.

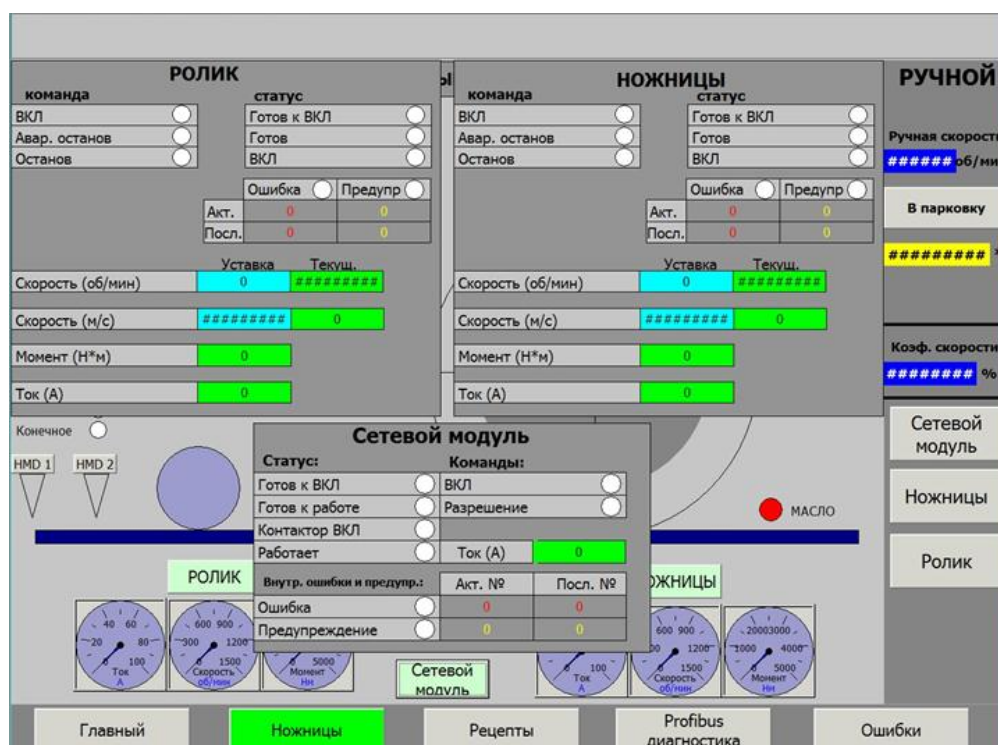


Рисунок 13

На экране технологических рецептов выбирается тип продукта, а так же отображается набор технологических параметров для него. Для их активации необходимо их загрузить в контроллер (по нажатию на кнопку "Загрузка").

Название данных:

Параметр	Значение
Количество	0
Скорость проката (м/с)	0,0
Moment	0
Парковка (о)	0,0
Angel	0,0
Начальный момент (Нм)	0
Обороты двигателя (обр/мин)	0

Загрузка

Главный Ножницы **Рецепты** Profibus диагностика Ошибки

Рисунок 17

На экране текущих ошибок системы НМІ отображает все активные предупреждения и ошибки периферии, электроприводов, коммутационного оборудования и т.д..

№	Время	Дата	Статус	Текст	GR	Текущие
24	15:59:42	13.03.2014	C	I2.7 = AM319+SC100-F10 ОШИБКА НАГРЕВА ВЫХОДНОЙ ЛИНИИ +LD100	0	
23	15:59:42	13.03.2014	C	I2.6 = AM111+SC100-Q26 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +SC104	0	
22	15:59:42	13.03.2014	C	I2.5 = SS100+SC100-Q91 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НОЖНИЦ FLYWHEEL =SS100	0	
20	15:59:42	13.03.2014	C	I2.3 = ST100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВНЕШНЕГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРОТ...	0	
18	15:59:42	13.03.2014	C	I2.1 = SS100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВНЕШНЕГО ВЕНТИЛЯТОРА НОЖН...	0	
37	15:59:42	13.03.2014	C	I122.1 = AM319+SC100-F51 ОШИБКА НАГРЕВА +LD100	0	
36	15:59:42	13.03.2014	C	I120.1 = AM315+SC100-S21 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ +LD100	0	
34	15:59:42	13.03.2014	C	I102.0 = AM313.02+CP100-F14 КОНТРОЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 24 VDC	0	
33	15:59:42	13.03.2014	C	I101.7 = AM315+SC100-S23 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ +CP100	0	
11	15:59:42	13.03.2014	C	I11.2 = AM111+SC100-Q23 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +LD100	0	
10	15:59:42	13.03.2014	C	I11.1 = AM111+SC100-Q21 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +CP100	0	
9	15:59:42	13.03.2014	C	I11.0 = AM315+SC100-K51 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ	0	
8	15:59:42	13.03.2014	C	I0.7 = AM313.01+SC100-F25 24 VDC ПИТАНИЕ ГЛАВНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	0	
7	15:59:42	13.03.2014	C	I0.6 = AM313.01+SC100-F20 24 VDC ПИТАНИЕ ПРИВодОВ	0	
6	15:59:42	13.03.2014	C	I0.5 = AM313.01+SC100-F14 24 VDC КОНТРОЛЬНОЕ ПИТАНИЕ	0	
5	15:59:42	13.03.2014	C	I0.4 = AM117+SC104-F43 питание вентилятора 230 VAC ИНТЕРФЕЙСНЫЙ МОДУЛЬ	0	
4	15:59:42	13.03.2014	C	I0.3 = AM117+SC104-Q35 питание вентилятора 400 VAC =SS100	0	
3	15:59:42	13.03.2014	C	I0.2 = AM117+SC104-Q32 питание вентилятора 400 VAC ЛИНЕЙНЫЙ МОДУЛЬ	0	
2	15:59:42	13.03.2014	C	I0.1 = AM111+SC102-F44 ЗАЩИТА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 1 ПОДЗАРЯДКА	0	
1	15:59:42	13.03.2014	C	I0.0 = AM111+SC101-Q24 ЗАЩИТА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 1	0	
24	15:10:33	13.03.2014	C	I2.7 = AM319+SC100-F10 ОШИБКА НАГРЕВА ВЫХОДНОЙ ЛИНИИ +LD100	0	
23	15:10:33	13.03.2014	C	I2.6 = AM111+SC100-Q26 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +SC104	0	
22	15:10:33	13.03.2014	C	I2.5 = SS100+SC100-Q91 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ НОЖНИЦ FLYWHEEL =SS100	0	
20	15:10:33	13.03.2014	C	I2.3 = ST100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВНЕШНЕГО ВЕНТИЛЯТОРА ПРОТ...	0	
18	15:10:33	13.03.2014	C	I2.1 = SS100+SC100-Q101 АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВНЕШНЕГО ВЕНТИЛЯТОРА НОЖН...	0	
37	15:10:33	13.03.2014	C	I122.1 = AM319+SC100-F51 ОШИБКА НАГРЕВА +LD100	0	
36	15:10:33	13.03.2014	C	I120.1 = AM315+SC100-S21 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ +LD100	0	
34	15:10:33	13.03.2014	C	I102.0 = AM313.02+CP100-F14 КОНТРОЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 24 VDC	0	
33	15:10:33	13.03.2014	C	I101.7 = AM315+SC100-S23 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ +CP100	0	
11	15:10:33	13.03.2014	C	I11.2 = AM111+SC100-Q23 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +LD100	0	
10	15:10:33	13.03.2014	C	I11.1 = AM111+SC100-Q21 ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 400 VAC +CP100	0	
9	15:10:33	13.03.2014	C	I11.0 = AM315+SC100-K51 АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ	0	
8	15:10:33	13.03.2014	C	I0.7 = AM313.01+SC100-F25 24 VDC ПИТАНИЕ ГЛАВНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ	0	
7	15:10:33	13.03.2014	C	I0.6 = AM313.01+SC100-F20 24 VDC ПИТАНИЕ ПРИВодОВ	0	
6	15:10:33	13.03.2014	C	I0.5 = AM313.01+SC100-F14 24 VDC КОНТРОЛЬНОЕ ПИТАНИЕ	0	
5	15:10:33	13.03.2014	C	I0.4 = AM117+SC104-F43 питание вентилятора 230 VAC ИНТЕРФЕЙСНЫЙ МОДУЛЬ	0	
4	15:10:33	13.03.2014	C	I0.3 = AM117+SC104-Q35 питание вентилятора 400 VAC =SS100	0	
3	15:10:33	13.03.2014	C	I0.2 = AM117+SC104-Q32 питание вентилятора 400 VAC ЛИНЕЙНЫЙ МОДУЛЬ	0	
2	15:10:33	13.03.2014	C	I0.1 = AM111+SC102-F44 ЗАЩИТА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 1 ПОДЗАРЯДКА	0	
1	15:10:33	13.03.2014	C	I0.0 = AM111+SC101-Q24 ЗАЩИТА ПРЕДОХРАНИТЕЛЯ 1	0	
24	14:04:48	13.03.2014	C	I2.7 = AM319+SC100-F10 ОШИБКА НАГРЕВА ВЫХОДНОЙ ЛИНИИ +LD100	0	

Рисунок 18

На экране локального пульта отображается скорость и ток приводов ножниц и протяжного ролика, состояние датчиков горячего металла, состояние маслостанции.

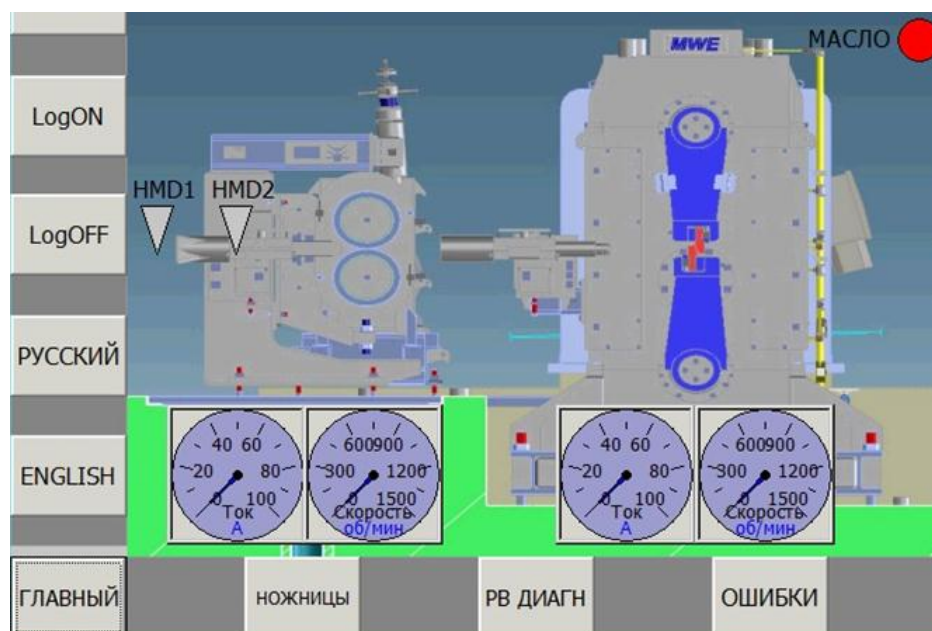


Рисунок 19

На экране отображается скорость и ток приводов ножниц и протяжного ролика, состояние датчиков горячего металла, состояние маслостанции.

