



ТОО «Системотехника»

**Автоматизированная система управления технологическими процессами
участка измельчения ФПО АО «ССГПО»**

АСУ ТП участка измельчения ФПО АО «ССГПО»

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

РС.SSG.19-16700-ATX.OP

2019 г.



ТОО «Системотехника»

**Автоматизированная система управления технологическими процессами
участка измельчения ФПО АО «ССГПО»**

АСУ ТП участка измельчения ФПО АО «ССГПО»

ОБЩЕСИСТЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ

РС.SSG.19-16700-ATX.OP

Технический директор

В. Ю. Аксельрод

2019 г.

Содержание

1 ВВЕДЕНИЕ	5
2 СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	6
3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ПРОЕКТУ АСУТП	7
3.1 Наименование проекта АСУТП и основание для разработки	7
3.2 Сроки и объем выполняемых работ	7
3.3 Порядок и объем финансирования	8
3.4 Организация-разработчик	8
3.5 Организация-заказчик	8
3.6 Финансирование работ	8
4 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛЬ СОЗДАНИЯ АСУТП.....	9
4.1 Назначение системы	9
4.2 Цели разработки АСУТП «Измельчение»	9
4.3 Концепция автоматизации участка измельчения ФПО АО «ССПО»	9
4.4 Состав Рабочего проекта	10
4.5. Нормативы и стандарты, использованные при проектировании	10
5 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ.....	10
5.1 Краткая справка о технологическом процессе измельчения.....	10
5.2 Комплекс измельчения, как объекта автоматизации	13
6 ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ	16
6.1 Объем автоматизации.....	16
6.1.1 Состав функциональных подсистем	16
6.1.2 Функционально-алгоритмическая структура	16
6.2 Основные проектные решения по технической структуре	19
6.2.1 Программно-аппаратная база	19
6.2.2. Основные элементы технической структуры	21
6.3. Особенности реализации отдельных подсистем	32
6.3.1. Управление оборудованием ПТС	33
7 РЕШЕНИЯ В ЧАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	34
7.1 Особенности проектных решений по математическому обеспечению	34
7.2 Формальная основа решений по математическому обеспечению	34
7.3 Основные алгоритмические решения	36
7.3.1 Общих алгоритм функционирования системы	36
7.3.2 Алгоритмы контроля	36
7.3.3 Описание процедур обработки параметра в алгоритмах контроля	39
7.3.4 Алгоритмы регулирования	43
7.3.5 Алгоритмы управления ПТС	55
7.3.6 Алгоритмы управления ПТС в автоматическом режиме	58
7.3.7 Алгоритмы и протоколы визуализации	61
8 РЕШЕНИЯ В ЧАСТИ ОРГАНИЗАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЕКТА	62
8.1 Состав и особенности принятых решений	62
8.2 Решения в части интерфейсов пользователя	62
ТАБЛИЦА 8.2 – Интерфейсы отображения и настройки контуров регулирования	70
8.3 Решения по программно-информационному взаимодействию и диагностике.....	72
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ПЕРЕЧЕНЬ СИГНАЛОВ ВВОДА-ВЫВОДА АСУТП «ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ»	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧ АСУТП.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ ПОД КОНТРОЛЕМ SIMOCODE	84
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ПРИМЕРЫ ИНИЦИАЦИИ ЗАПУСКОВ УЧАСТКОВ	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 ПЕРЕМЕННЫЕ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ	91
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 ХАРАКТЕРИСТИКА КТС АСУТП «ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ»	95

1 Введение

Настоящий документ содержит описание общесистемных решений (далее ОР), принятых в процессе проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом измельчения и технологическим учетом электроэнергии на **участке измельчения ФПО АО «ССГПО»** (далее АСУТП «Измельчение»). Объем работ по проектированию данной АСУТП регламентирован Договором на выполнение проектных работ № PS/SSG/019-16700 «ФПО АО «ССГПО». Внедрение АСУТП участка измельчения» от 13 сентября 2019 года, между организацией – заказчиком системы АО «ССГПО» и организацией - разработчиком ТОО «СИСТЕМОТЕХНИКА»

В документ включены описания принципиальных концептуальных, архитектурных, структурных, алгоритмических и программно-технических решений, определивших динамические, эксплуатационно-прикладные и сервисные параметры АСУТП, а также состав, объемы и содержание работ по организации ее создания и эксплуатации.

Описываемые далее «Общесистемные решения» в полной мере учитывают требования технического задания (далее ТЗ) на рассматриваемую АСУТП, положения существующего технологического регламента на процесс измельчения, действующего на ФПО АО «ССГПО». По поводу ТЗ необходимо подчеркнуть, что оно согласовано с Заказчиком и сдано в архив АО «ССГПО» по накладной от 25.10.2019.

2 Список принятых сокращений

Сокращение	Наименование
АРМ	Автоматизированное Рабочее Место
АС	Автоматизированная система
АСУ	Автоматизированная система управления
АСУ ТП	Автоматизированная система управления технологическим процессом
БД	База Данных
ЗИП	Запасные Изделия и Приборы
ИБП	Источник бесперебойного питания
ИМ	Исполнительный Механизм
КИП и А	КИП и локальная Автоматизация
КТС	Комплекс Технических Средств
МО	Математическое Обеспечение
ОЗУ	Оперативное Запоминающее Устройство
ОС	Операционная Система
ПК	Персональный Компьютер
ПЛК	Программируемый Логический Контроллер
ПО	Программное Обеспечение
ПТК	Программно-технический комплекс
ПУЭ	Правила Устройства Электроустановок
СУБД	Система Управления базой данных
ТЗ	Техническое Задание
УСО	Устройство Связи с Объектом
AI	Канал аналогового ввода
АО	Канал аналогового вывода
DO	Канал дискретного вывода
DI	Канал дискретного ввода
HDD	Накопитель на Жестком Магнитном Диске (Hard Disk Driver)
HMI	Человеко-Машинный Интерфейс
SCADA	Система Сбора Информации и Диспетчерского Управления (Supervisory Control And Data Acquisition)

3 Общие сведения по проекту АСУТП

3.1 Наименование проекта АСУТП и основание для разработки

АСУТП создается для объекта управления относящегося к промышленной сфере, вид технологического процесса – непрерывный, технологический процесс.

Полное наименование проекта разрабатываемой системы: - Автоматизированная система управления технологическими процессами участка измельчение ФПО АО «ССГПО».

Условное наименование: - АСУТП «Измельчение»

Основные этапы выполняемой работы:

- Разработка ТЗ
- Разработка общесистемных решений
- Разработка организационного обеспечения
- Разработка математического обеспечения
- Разработка информационного обеспечения
- Разработка технического обеспечения
- Разработка программного обеспечения

Основанием для создания АСУТП являются:

- Договор PS/SSG/019-16700 от 13.09.2019 г. между организацией заказчиком системы - АО «ССГПО» и организацией – разработчиком системы - ТОО «СИСТЕМОТЕХНИКА».
- Задание на проектирование «Автоматизированная система управления технологическими процессами участка измельчения ФПО АО «ССГПО»

Исходная информация для проектирования взята из следующих документов:

- Техническое задание на разработку АСУТП, с учетом требований задания на проектирование
- Описания технологических установок и вспомогательного оборудования обеспечивающих процесс измельчения
- Перечень и технические характеристики существующих электроприводов, подлежащих контролю и управлению в условиях АСУТП;
- Исходные данные для проектирования автоматизированной системы; технического учёта электроэнергии
- Принципиальные электрические схемы пуска/останова электроприводов ПТС и технологического оборудования в ПСУ Участка Измельчения ФПО АО "ССГПО";
- Схема принципиальная АГБ (ПТУ "Рудоавтоматика" ЦЛМ);
- Планы расположения оборудования;
- Чертежи, планы и разрезы помещений.

3.2 Сроки и объем выполняемых работ

Сроки, порядок и физические объемы выполняемых работ определяются календарным планом выполнения работ по договору №РС/SSG/19-16700 от 13.09.2019 г.

3.3 Порядок и объем финансирования

Порядок и объем финансирования проектных работ и работ по разработке проектно-сметной документации АСУТП участка измельчения ФПО АО «ССГПО» соответствуют Приложению №4 упомянутого выше Договора;

3.4 Организация-разработчик

Наименование - ТОО «Системотехника».

Адрес - 050000, г. Алматы, ул. Амангельды 40.

Тел/Факс - 8(3272)796185/8(3272)795582.

3.5 Организация-заказчик

Наименование – АО «ССГПО»

Адрес – г. Рудный, пр. Ленина, 26

Тел/Факс – 8-31431 2-32-48

3.6 Финансирование работ

Финансирование работ осуществляется в рамках инвестиционной программы развития АО «ССГПО» на 2020 год.

4 Назначение и цель создания АСУТП

4.1 Назначение системы

Проектируемая АСУ ТП участка измельчения ФПО АО «ССГПО» предназначена для контроля и управления в реальном масштабе времени технологическим процессом измельчения известняка и бентонита – обязательных компонентов при производстве сырых окатышей в ЦПО, а также:

- для управления механизмами и электроприводами, входящими в состав измельчительного комплекса и поточно-транспортной системы,
- для автоматизированного технического учета потребляемой на участке «Измельчение» электроэнергии,
- для информационного обеспечения оперативно - производственного персонала ФПО и АО «ССГПО» данными о состоянии технологических объектов.

4.2 Цели разработки АСУТП «Измельчение»

Создание АСУТП участка измельчения ФПО АО «ССГПО» преследует цель обеспечить, за счет использования современных технологий промышленной автоматизации, эффективное и надежное выполнение технологических процессов участка измельчения ФПО АО «ССГПО», в том числе:

- Обеспечить работу технологического оборудования в заданном технологическом режиме
- Обеспечить надежность и качество управления технологическими установками и ПТС;
- Уменьшить риск возникновения аварийных ситуаций при принятии решений оперативным и эксплуатационным персоналом;
- Обеспечить взаимодействие АСУТП участка измельчения и ПТС со смежными системами;
- Обеспечить архивирование информации о состоянии технологических процессов и режимов работы оборудования с быстрым доступом к базе данных.
- Обеспечить информационную поддержку, в режиме реального времени оперативно-производственного персонала ФПО и управления АО «ССГПО» в рамках корпоративной сети.
- Обеспечить автоматизированный технический учет потребляемой на технологическом оборудовании участка измельчения электроэнергии.

4.3 Концепция автоматизации участка измельчения ФПО АО «ССГПО»

В основе концепции автоматизации участка измельчения ФПО АО «ССГПО» лежит подход, предполагающий создание АСУТП на базе современного полевого и контроллерного оборудования, вычислительной техники и сетевых коммуникаций, интегрируемых в единый программно-аппаратный комплекс средствами передовой инструментальной платформы компании Siemens TIA-portal (Totally Integrated Automation)

Применение этой платформы обусловлено многолетней практикой ее использования при создании надежных автоматизированных систем любого назначения и любой степени сложности.

4.4 Состав Рабочего проекта

В соответствии с требованиями ГОСТ 34.201-89 «Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем» Рабочий проект АСУТП «Измельчение»- состоит из следующих основных частей:

- общесистемные решения;
- организационное обеспечение;
- техническое обеспечение;
- информационное обеспечение;
- математическое обеспечение (инженерно-методические и алгоритмические решения);
- программное обеспечение.

Все документы рабочего проекта АСУ ТП участка измельчение ФПО АО «ССГПО» выполнены в соответствии с действующими нормами, правилами, инструкциями и государственными стандартами, обеспечивающими безопасную эксплуатацию при соблюдении предусмотренных проектом мероприятий.

4.5. Нормативы и стандарты, использованные при проектировании

1. ГОСТ 34.601-90. ИТ. Комплекс стандартов на АС. Автоматизированные системы. Стадии создания.
2. ГОСТ 34.603-92. ИТ. Виды испытаний автоматизированных систем.
3. ГОСТ 24.701-86. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения.
4. СТ РК 34.015-2002. ИТ. Комплекс стандартов на АС. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
5. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Республика Казахстан, Министерство энергетики и минеральных ресурсов, Астана, 2003 г.
6. СНиП РК 2.02.05-02. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
7. СН РК 2.02-11-2002. Нормы оборудования зданий, помещений и сооружений системами автоматической пожарной сигнализации, автоматическими установками пожаротушения и оповещения людей о пожаре.
8. РНТП-01-94. Определение категорий помещений, зданий и сооружений по взрывопожарной опасности и пожарной опасности.
9. СТ АО ССГПО-10307-2018, ПРОИЗВОДСТВО ОКАТЫШЕЙ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ НЕОФЛЮСОВАННЫХ. Карта технологического процесса. Утвержден и введен в действие с 03.08.2018 г. приказом от 31.07.2018 г. № 342. Опубликован на корпоративном web-сайте АО «ССГПО» 03.08.2018 г.

5 Характеристика объекта автоматизации

5.1 Краткая справка о технологическом процессе измельчения

Основные ресурсы, производимые на измельчительном комплексе - это мелкофракционные известняк и бентонит. Они используются в качестве добавок к шихте, из которой впоследствии получают сырые окатыши на линиях окомкования. Схема взаимодействия технологических агрегатов, реализующих такой процесс измельчения, показана на рисунке 1.

Согласно данной схемы «сухая» добавка со склада известняка, крупностью не более 25,0 мм, поступает на молотковую дробилку и далее на конвейер 43 ФПО, который транспортирует его в бункера мельниц №№3-6. Кроме того, «сухая» добавка через перегрузочный узел конвейером 45 поступает в бункера мельниц №№7-8. Измельчение дробленой «сухой» добавки производится в мельницах сухого помола Ш-25 с пневмосистемой, средней производительностью 10 – 13 т/ч. Запуск и эксплуатация мельниц производится в соответствии с стандартом предприятия СТ АО 00186789-10307-2013 «Производство железорудных неофлюсованных окатышей. Карта технологического процесса». Производительность мельницы зависит от влажности и крупности исходного материала и требуемой крупности измельченного материала. В замкнутом цикле каждой мельницы работает воздушный сепаратор. Измельченная «сухая» добавка из сепаратора поступает в циклоны сухой очистки, где происходит выделение готового продукта с разгрузкой через мигалки циклонов на конвейеры №№46,47. Тонкая, санитарная очистка газов осуществляется посредством аспирационной установки. Измельченная «сухая» добавка подается в соответствующие расходные бункеры технологических ниток №№ 1-37 участка сырых окатышей конвейерной системой №46-49б. Готовая измельченная «сухая» добавка (осажденный продукт) поступает на конвейеры №№ 46, 48 от мельниц №№ 3, 4 и №№ 47, 49 от мельниц №№ 5-8. Посредством плужковых сбрасывателей «сухая» добавка загружается в расходные бункеры добавки технологических ниток №№ 1-37.

Упрочняющая добавка – глина со склада поступает на молотковую дробилку и далее на конвейеры 44, 44А, 45 ФПО, транспортирующие упрочняющую добавку в бункера мельниц сухого измельчения Ш-25А №№ 1,2. Средняя производительность мельницы при измельчении глины составляет 10-15 т/час. Разрежение перед мельницей составляет 147-196 Па (15-20 мм вод.ст.). Для удаления остаточной влаги глины мельницы оснащены газовым подтопком. Измельченная глина транспортируется пневмосистемой в конические циклоны осаждения СК-ЦН-34 (первая стадия очистки), где разделяется по крупности классов. Готовая измельченная глина (осажденный продукт) через шнеки 1 и 2 по конвейерам №№ 39,40 поступает в расходные бункеры технологических ниток №№ 1-37 участка сырых окатышей. Массовая доля класса минус 0,071 мм в измельченной глине должна быть не менее 95 %, влаги – не более 3,0 %.

Концентрат, подаваемый в расходные бункеры технологических ниток №№ 1-37 участка сырых окатышей системой конвейеров №№ 1-8, №№ 84, 84а, 84б в главном здании ФПО поступает со склада влажного концентрата корпуса ММО ФРПО.

Качественная характеристика железорудного концентрата, подаваемого конвейерами ПТС участка измельчения на окомкование, приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Требуемые характеристики концентрата

Наименование показателя	Значение
Массовая доля железа, %	плановая
Массовая доля влаги, %	9,6-9,9
Содержание класса минус 0,071 мм, %	95,0
Содержание класса минус 0,045 мм, %	82,0

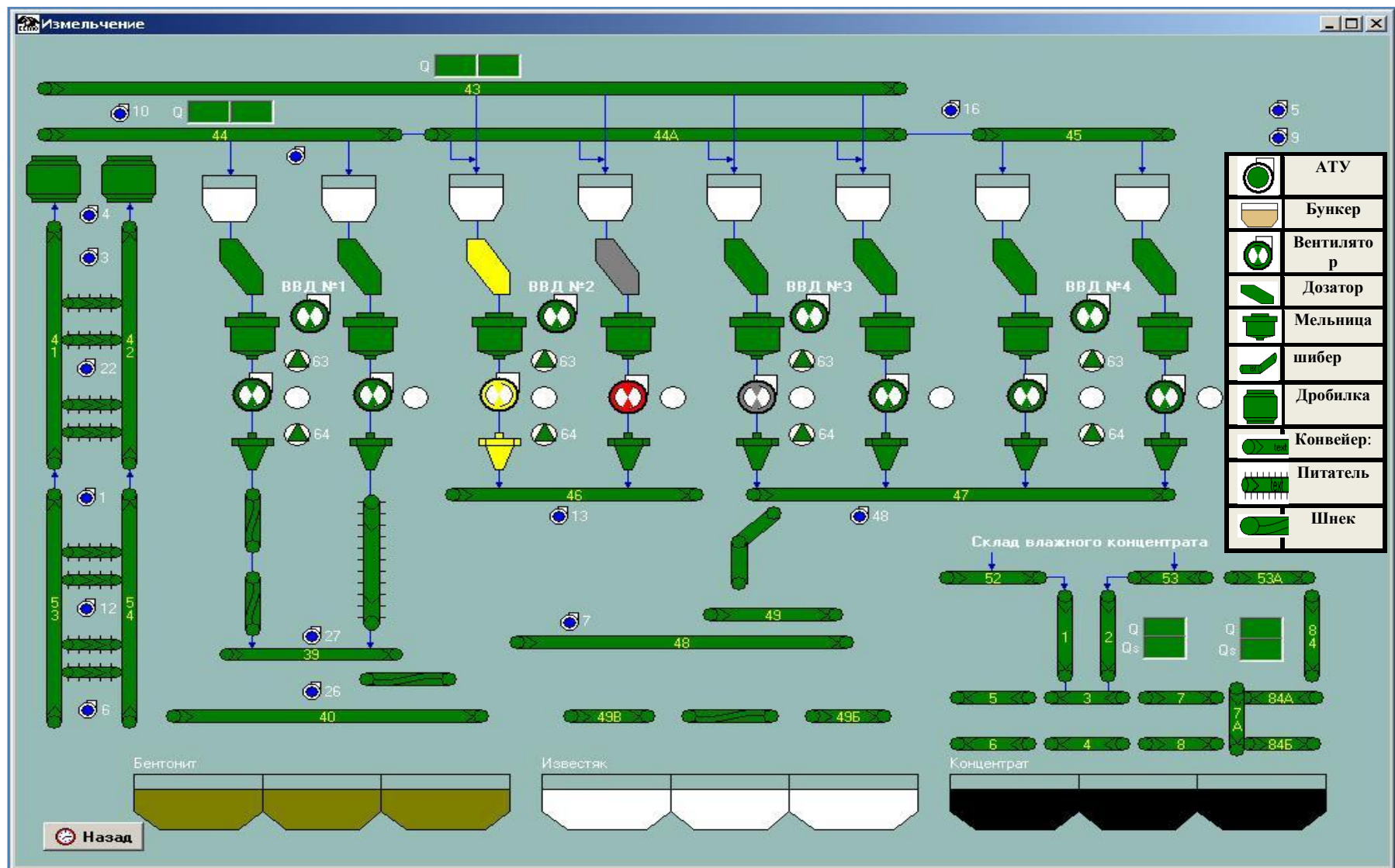


Рисунок 1 - Технологическая схема участка измельчения

Дополнительную информацию о технологических и технических аспектах измельчительного комплекса ФПО АО «ССГПО» можно найти в следующих документах:

- Стандарт АО «ССГПО». Система менеджмента АО «ССГПО». Технологическая подготовка и управление технологическими процессами. ПРОИЗВОДСТВО ОКАТЫШЕЙ ЖЕЛЕЗНОРУДНЫХ НЕОФЛЮСОВАННЫХ. Карта технологического процесса. СТ АО 00186789-10307-2013. С изменением 1-2016, утв. и введенным в действие приказом АО «ССГПО» от 03.03.2016 г. №70.
- Стандарт АО «ССГПО». Система менеджмента АО «ССГПО». Управление производством и реализацией продукции. Основные положения. ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА ЖЕЛЕЗНЫХ РУД. Технологические требования. СТ АО 00186789-10001-2014. С изменениями: 1-2015, утв. и введенным в действие приказом АО «ССГПО» от 26.03.2015 г. №96; 2-2015, утв. и введенным в действие приказом АО «ССГПО» от 07.08.2015 г. №263
- Технологическая инструкция по добыче и переработке железных руд АО «Соколовско-Сорбайское горно-обогатительное производственное объединение. Рудный 2014 с изменениями 2015».
- Задание на проектирование ФПО АО «ССГПО». Внедрение АСУ ТП участка измельчения. Утверждено вице-президентом по производству 23.01.2019.
- Технические условия по проектированию «АСУ ТП. Измельчение. ФПО». ПТУ «РУДОАВТОМАТИКА» АО ССГПО» от 31.01.2019 г.

5.2 Комплекс измельчения, как объекта автоматизации

Участок измельчения занимает важное место в системе ресурсного обеспечения устойчивой, производительной и эффективной работы ФПО. Особенности измельчительного комплекса, определяющие его специфику как объекта автоматизации, определяются технологической картой. процесса измельчения, а также составом и эксплуатационными характеристиками агрегатов, обеспечивающих этот процесс. Перечень агрегатов, функционирующих под контролем и управлением АСУТП, приведен ниже в таблице 5.2. Их включение в сферу действия АСУТП предусматривает установку в контрольных точках измельчительного процесса средств КИПиА, которые обеспечивают для АСУТП ввод/вывод различных типов сигналов, для ее информационного наполнения и реализацию возможности управления. Набор сигналов регламентирован соответствующим ТЗ, разработанным ТОО «Системотехника». Для цельности изложения и удобства чтения настоящего документа состав и типы сигналов ввода\вывода представлены в Приложении 1 настоящего документа.

С учетом технических возможностей агрегатов и требований «Технологической карты», по манометрическому и температурному режимам процесса измельчения, а также требований по номинальной и допустимой нагрузкам на измельчительные агрегаты, можно констатировать, что технологический процесс измельчения на ФПР характеризует следующее:

1. Большая энергоемкость производства;
2. Повышенный уровень опасности производства;
3. Высокая стоимость простоя основного оборудования
4. Высокие издержки даже небольших отклонений от технологического регламента

5. измельчение производится на мельничных установках, работающих под разрежением, Разрежение создается мельничным вентилятором, подающим воздух в мельницы, и поддерживается степенью открытия шиберов в напорном воздуховоде после этого вентилятор
6. Температурный режим в пространстве мельницы регулируется подачей газа в подтопок мельницы с помощью вентилятора высокого давления
7. Производительность линии измельчения регулируется изменением массового расхода материала подаваемого на измельчение путем изменения частоты вращения электропривода весового дозатора.
8. технология измельчения, определяющая основные параметры и состав соответствующей системы автоматизации характеризуется следующим набором показателей:

Таблица 5.2 - Перечень агрегатов, под контролем и управлением АСУТП.

Технологическая установка		ПСУ
наименование	Обозначение	
Конвейер 53	K.53	ПСУ-2
Конвейер 54	K.54	
Питатель №5	Питатель №5	
Питатель №6	Питатель №6	
Питатель №7	Питатель №7	
Питатель №8	Питатель №8	
Аспирационно-тяговая установка - 1	АТУ-1	
Аспирационно-тяговая установка - 2	АТУ-2	
Аспирационно-тяговая установка - 6	АТУ-6	
Аспирационно-тяговая установка - 11	АТУ-11	
Аспирационно-тяговая установка - 12	АТУ-12	
Конвейер 41	K.41	ПСУ-5
Аспирационно-тяговая установка - 3	АТУ-3	
Питатель №1	Питатель №1	
Питатель №3	Питатель №3	
Насос 11	Насос 11.	
Конвейер 42	K.42	
Аспирационно-тяговая установка - 22	АТУ-22	
Питатель №2	Питатель №2	
Питатель №4	Питатель №4	
Аспирационно-тяговая установка - 4	АТУ-4	
Насос 12	Насос 12.	
Конвейер 48	K.48	ПСУ-11
Аспирационно-тяговая установка – 7	АТУ-7	

Аспирационно-тяговая установка – 8	АТУ-8	
Аспирационно-тяговая установка – 9	АТУ-9	
Аспирационно-тяговая установка - 23	АТУ-23	
Аспирационно-тяговая установка - 28	АТУ-28	
Аспирационно-тяговая установка - 29	АТУ-29	
Конвейер 5	к.5	
Аспирационно-тяговая установка - 27	АТУ-27	
Конвейер 6	К.6	
Шнек №2	Шнек №2	
Шнек №3	Шнек №3	
Питатель №2	Питатель №2	
Аспирационно-тяговая установка - 24	АТУ-24	
Шнек клинкера	Шнек клинкера	ПСУ-13
Конвейер 49	К.49	
Конвейер 49В	К.49В	
Конвейер 47	К.47	
Конвейер 46	К.46	
Аспирационно-тяговая установка - 21	АТУ-21	
Аспирационно-тяговая установка - 32	АТУ-32	
Аспирационно-тяговая установка - 13	АТУ-13	
Аспирационно-тяговая установка - 31	АТУ-31	
Аспирационно-тяговая установка - 16	АТУ-16	
Аспирационно-тяговая установка - 18	АТУ-18	
Аспирационно-тяговая установка - 19	АТУ-19	
Аспирационно-тяговая установка - 14	АТУ-14	
Конвейер 4	к.4	
Конвейер 8	к.8	
Конвейер 3	к.3	
Конвейер 7	к.7	
Конвейер 43	к.43	
Конвейер 45	к.45	
Аспирационно-тяговая установка - 5	АТУ-5	
Конвейер 44	К.44	
Конвейер 44А	К.44А	
Конвейер 44Б	К.44Б	
Аспирационно-тяговая установка - 10	АТУ-10	
Конвейер 3Б	К.3Б.	ПСУ-14
Конвейер 1	К.1.	
Конвейер 3А	К.3А.	
Конвейер 2	К.2.	
Шнек Бетонита	Шнек Бетонита	ПСУ-36

Конвейер 39	K.39	
Конвейер 40	K.40	
Конвейер 49А	K.49А	
Конвейер 49Б	K.49Б	
Аспирационно-тяговая установка - 26	АТУ-26	
Шнек Извести	Шнек Извести	
Конвейер 7А	K.7А	
Конвейер 84Б	K.84Б	
Конвейер 84А	K.84А	
Конвейер 84	K.84	ПСУ-50

С учетом отмеченного выше, существующие классификационные признаки объектов с точки зрения автоматизации позволяют охарактеризовать измельчительный комплекс ФПО как пространственно-распределенный многомерный объект среднего уровня сложности, реализующий непрерывный, инерционный, последовательно-параллельный технологический процесс в условиях спорадического воздействия неконтролируемых возмущений в сырьевых потоках и оборудовании.

6 Основные решения по автоматизации

6.1 Объем автоматизации

Объем автоматизации измельчительного комплекса ЦПО, обеспечиваемый в рамках проекта АСУТП, соответствует определенным техническим заданием назначению и цели создания системы, требованиям к ее прикладной функциональности и режиму функционирования, а также специфике технической реализации на измельчительном переделе ФПО. Функциональная схема автоматизации, положенная в основу проекта АСУТП «Измельчение», представлена на рисунке 2

6.1.1 Состав функциональных подсистем

С учетом требований ТЗ на АСУТП «Измельчение», она реализована в составе двух прикладных подсистем: - «подсистема управления измельчением» и «подсистема управления ПТС». Первая обеспечивает функции контроля и управления параметрами технологического процесса измельчения, сигнализацию состояния соответствующего технологического оборудования и блокировку его работы согласно технологической карте. Вторая выполняет управление установками и агрегатами поточно-транспортной системы, обеспечивая их надежный, логически непротиворечивый, безопасный запуск и останов, а также непрерывную профилактику их безаварийной работы в режиме реального времени. Перечень прикладных задач, решаемых в рамках этих подсистем, приведен в Приложении 2.

Интеграция этих подсистем в единую систему АСУТП осуществляется на основе современных протоколов и моделей связывания приложений и техники сетевых коммуникаций.

6.1.2 Функционально-алгоритмическая структура

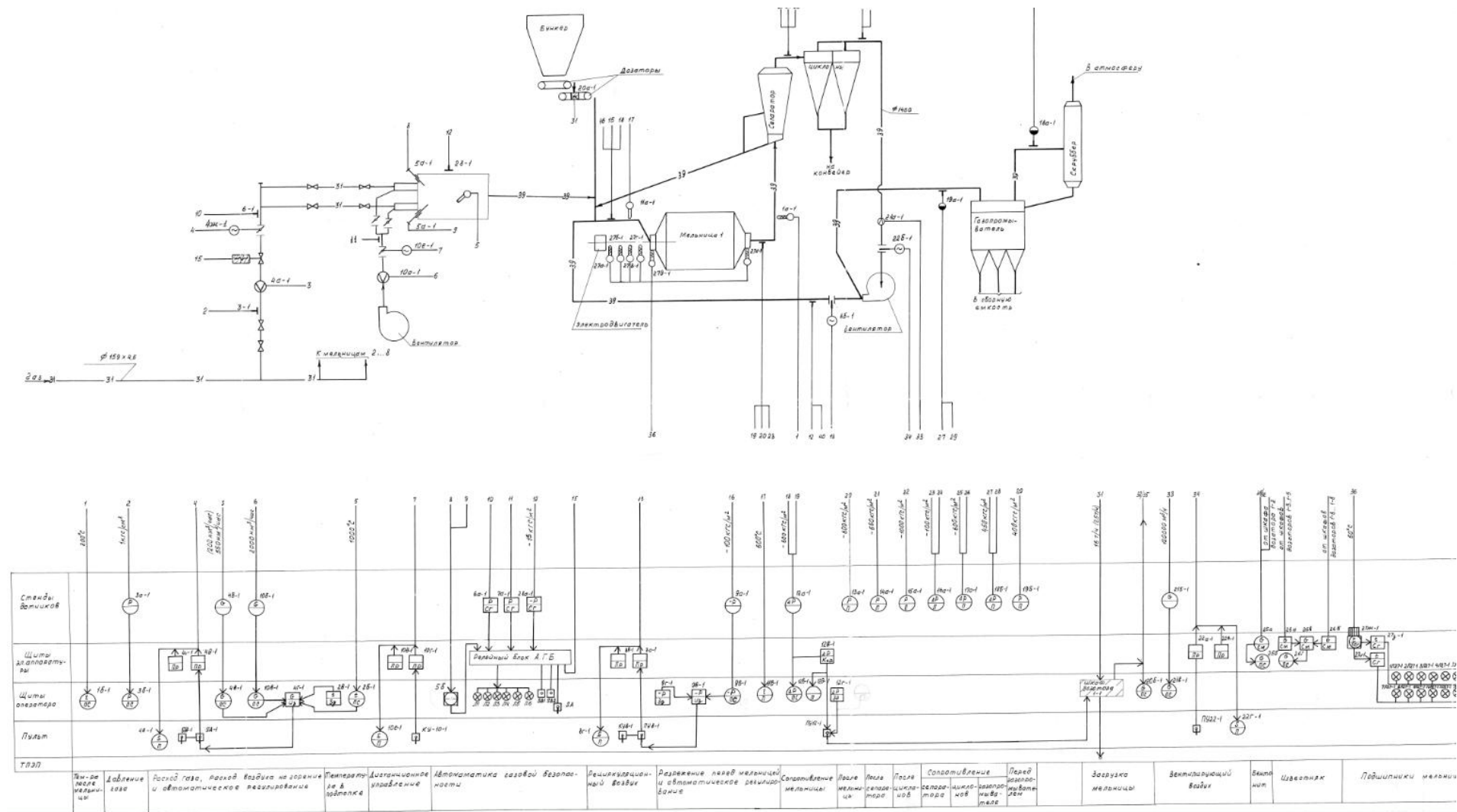
С функционально-алгоритмической и технической точек зрения каждая из подсистем представляет собой трехуровневую четко структурированную иерархическую конструкцию, включающую три логических уровня

На первом логическом уровне реализуются программные и аппаратные интерфейсы средств КИПиА с контроллерами станциями системы через посредство устройств связи с объектом. Перечень и характеристика средств КИПиА, предусмотренных проектными решениями АСУТП «Измельчение», а также их использование в рамках предложенной технической структуры приведены в следующем подразделе. Подробное описание характеристик, электрические и монтажные схемы использования КИПиА в рамках АСУТП приведены в соответствующих документах технического обеспечения.

Непосредственно выполнение функций контроля регулирования технологическим процессом измельчения и управления установками и агрегатами осуществляется на втором (технологическом) уровне логической структуры АСУТП. Кроме того, на данном уровне предусмотрена реализация функций выполнения регламента безопасной эксплуатации и противоаварийной защиты. Для этого в систему включены программно-аппаратные средства автоматики газовой безопасности, средства диагностики нештатных состояний оборудования и нарушений допустимых границ хода технологического процесса, а также сервис, связанный с анализом хода вычислительного процесса и ввода/вывода информации о сбоях и отказах в работе системы.

На третьем логическом уровне реализуется задачи операторского управления объектом автоматизации в условиях АСУТП. Поэтому проектными решениями функционал этого уровня включает средства управления информационным фондом системы и развитого интерактивного взаимодействия пользователя с АСУТП. В части управления информационным фондом это функционал, реализуемый широко распространенным SQL-сервером фирмы Microsoft. В части операторского управления это набор программно реализованных интерфейсов пользователя виде мнемосхем, окон управления технологическим процессом, механизмами и прочее. В том числе это интерфейсы для дистанционного управления технологическими агрегатами, отображения оперативных данных о функционировании управляемого объекта, сигнализации предаварийных и аварийных ситуаций, формирования и печати отчетных документов, выдачи управляющих воздействий в автоматическом режиме и от оператора измельчения, диагностирования технических средств и пр. Технической базой для реализации пользовательских интерфейсов служат современные средства вычислительной техники и отображения информации.

В целом все принятые структурно-функциональные решения описанные выше полностью удовлетворяют требованиям ТЗ к прикладной функциональности АСУТП и обеспечивают широкие возможности по ее интеграции с другими системами автоматизации на ФПО.



6.2 Основные проектные решения по технической структуре

6.2.1 Программно-аппаратная база

Ниже приводимые, проектные решения по АСУТП «Измельчение», принятые в соответствии с трехуровневой функциональной моделью, рационально сочетают в себе требования технических условий на автоматизированную систему и современный арсенал средств промышленной автоматизации.

Основу аппаратной платформы КИП составляют приборы фирмы Митран. Перечень типов приборов КИП включает в себя следующее:

- датчики для получения первичной информации о температурах, расходах газа и воздуха в подтопках мельниц,
- датчики контроля температурного и монометрического режимов перед, внутри и после мельниц 1 – 8,
- средства весового контроля подачи исходного сырья для дробления.

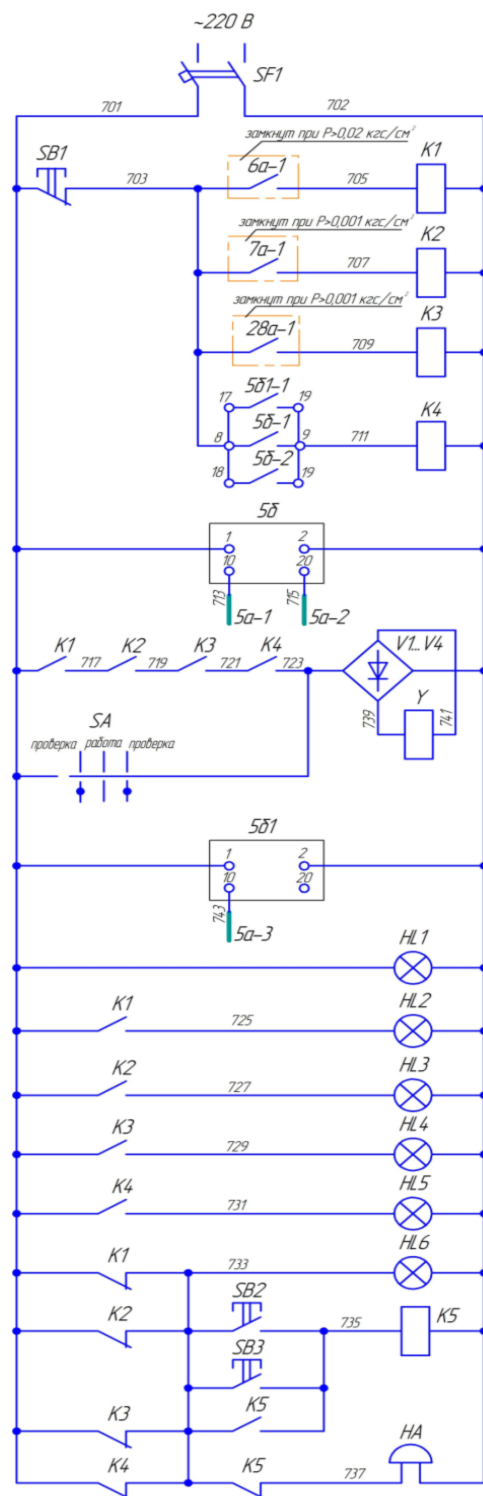
В качестве средств автоматики используются исполнительные механизмы МЭО Челябинск и частотные преобразователи Sinamics от фирмы Сименс. Кроме того, в аппаратный базис системы, входят эффективные средства защиты и управления электроприводами технологических механизмов от фирмы Сименс. Это технические средства Simocode и Sinamics.

В качестве интеллектуального ядра, обеспечивающего выполнение в АСУТП функции контроля и управления комплекс технических средств включает в себя три отдельных контроллерных группы с горячим резервированием CPU, а именно:

- PLC1 - управление измельчением на мельницах 1-4,
- PLC2 - управление измельчением на мельницах 5-8,
- PLC3 - управление ПТС.

Данные PLC обеспечивают контроль и управление каждой из двух групп мельниц (по четыре в каждой группе) и ПТС участка измельчения. Техническую основу контроллеров составляют CPU Simatic S 1500, удаленные станции ET200SP с модулями ввод/вывода аналоговых и дискретных сигналов и коммуникационная аппаратура для подключения к сетям Ethernet и Profinet

Для обеспечения газовой безопасности каждой линии измельчения в состав технической структуры АСУТП включены автономные специализированные контактно-релейные блоки. Они интегрируются с АСУТП через посредство дискретных сигналов станций ET200SP и срабатывают при возникновении нештатных ситуаций. Электрическая схема этого устройства представлена на рисунке 3.



Питание схемы	
Промежуточные реле	Падение давления газа
	Кнопка опрашивания
	Падение давления воздуха
	Отсутствие разряжения в подтолке
	Отсутствие пламени
Прибор контроля пламени	
Датчик наличия пламени	
Цепи отключения газа	
Электромагнитная приставка отсечного клапана	
Блокировка отключения газа	
Прибор контроля пламени только для 1, 2 мельниц	
Лампы сигнальные	Контроль наличия напряжения
	Наличие давления газа
	Наличие давления воздуха
	Наличие разряжения
	Наличие пламени
	Аварийное состояние схемы
	Кнопка съема звукового сигнала
Звуковая сигнализация	
На щите	
На пульте	

Рисунок 3 - Принципиальная схема существующей АГБ для мельниц №№1-8

Для реализации пользовательского интерфейса автоматизированных рабочих мест специалистов (АРМ), а также функций общесистемного сервиса по накоплению архивной информации о состоянии оборудования, нарушениях в технологическом процессе, авариях, действиях оперативного персонала и прочее, используются рабочие станции SIMATIC IPC 547D с ОЗУ 8 Гб, SATA - дисками общей емкостью 1 ТБ и коммуникационной платой для подключения к сети Езернет.

6.2.2. Основные элементы технической структуры

Схема технической структуры системы укрупненно показана на рисунке 4. Она иллюстрирует размещение КТС АСУТП на участке измельчения ФПО. Подробно план размещения, заказные спецификации основных элементов структуры КТС, выбор кабельной продукции, коммутационных и прочих монтажных изделий рассматривается в документах «Техническое обеспечение».

Основными элементами технической структуры определяются следующим перечнем:

- Шкаф промышленных компьютеров (ШПК) с АРМами
- Шкафы программируемых логических контроллеров PLC1, PLC2, PLC3
- Шкафы ШСО,
- Стенды датчиков,
- Комплект автоматики на ЩСУ агрегата,
- Исполнительные механизмы.
- Сетевая инфраструктура.

Краткое описание конструктивных особенностей и состава этих элементов описаны далее в настоящем разделе. Их подробная характеристика, спецификация, монтажные и принципиальные схемы содержатся в документах технического обеспечения.

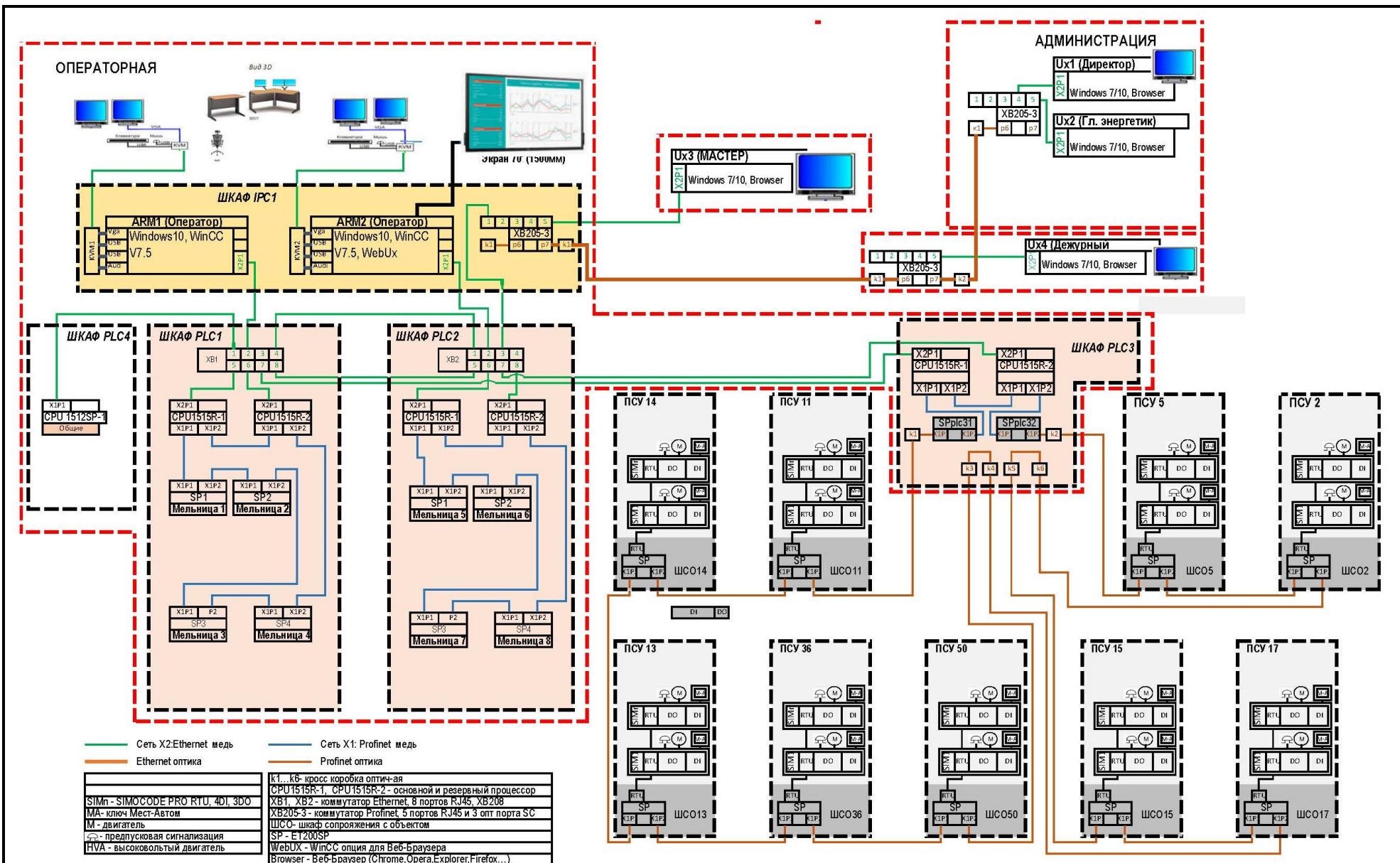


Рисунок 4 - Основные решения по технической структуре АСУТП

6.2.2.1 Шкаф промышленных компьютеров

Шкаф промышленных компьютеров (ШПК) представляет собой изделие, реализующее функционал автоматизированных рабочих мест для оператора и специалистов участка измельчения ФПО. В АСУТП программно-аппаратные средства ШПК обеспечивают следующий прикладной сервис:

- отображение информации на мнемосхемах рабочих станций;
- световую и звуковую сигнализацию нарушений технологического процесса и отказов технических средств системы;
- интерактивное управление технологическими режимами и установками
- изменение настроек управления и контролируемых параметров;
- архивирование хода процесса и состояния технологических агрегатов;
- санкционированный доступ к функциям системы с помощью паролей

Чертеж общего вида шкафа ПК приведен на рисунке 5. Состав и характеристика основных элементов шкафа ПК приведен в Таблице 6.2.

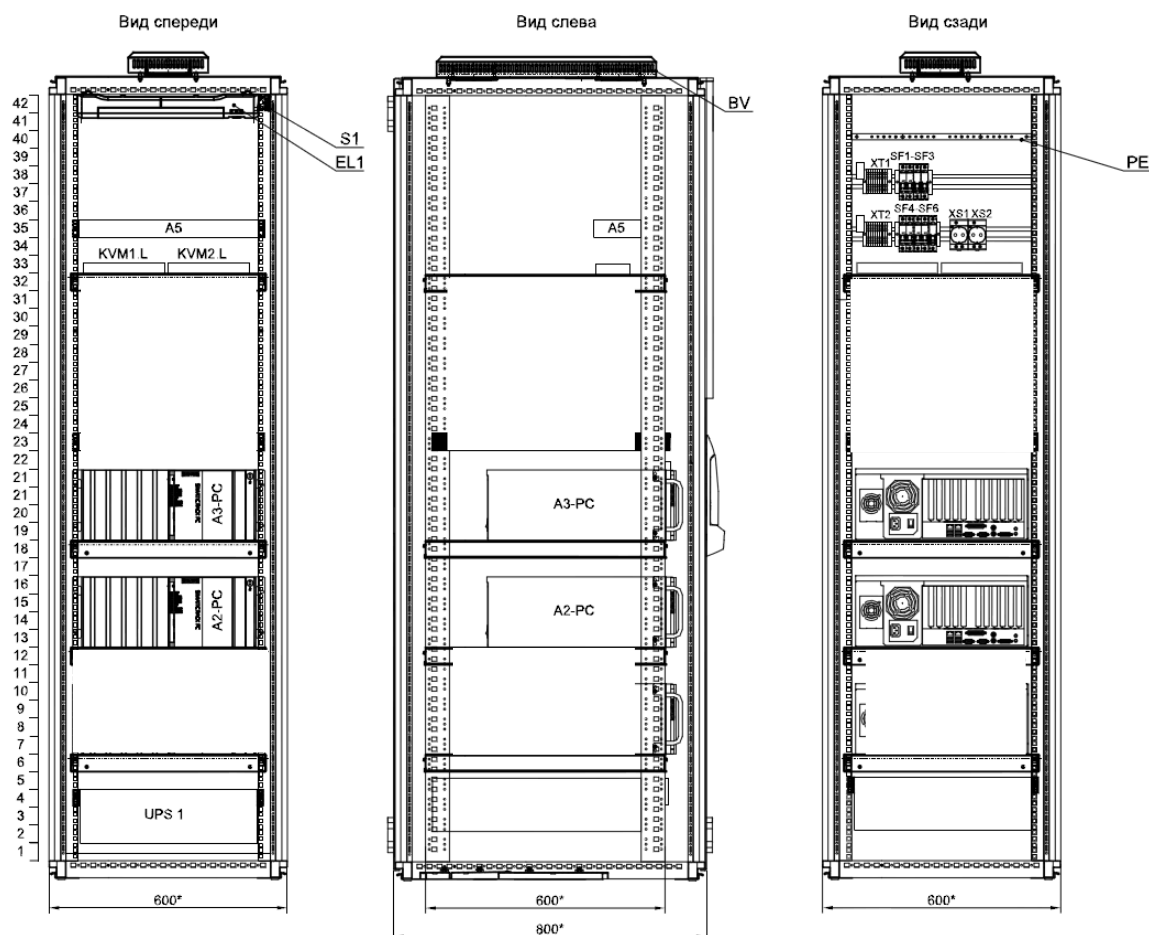


Рисунок 5 - Чертеж общего вида шкафа ПК

Таблица 6.2 - Состав шкафа ПК

№ пп	НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	К-ВО
1	ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПК SIMATIC IPC 547D	ПРОМЫШЛЕННЫЙ ПК ДЛЯ УСТАНОВКИ В 19" СТОЙКИ (4HU) ХАРАКТЕРИСТИКА CORE I7-6700 (4C/8T, 3.4 (4.0) GHZ, 8 MB CACHE); MB (CHIPSET H110, 1X DVI-D, 1X DISPLAYPORT V1.2, 2X USB 3.0 & 4X USB 2.0); DRIVES (SATA): [B] 2X 1 TB HDD, INTERNALLY MOUNTED (0.2 G VIBRATION, 1 G SHOCK); [1] 8 GB DDR4 SDRAM (2X 4 GB), DUAL CHANNEL;] WINDOWS 7 ULTIMATE, MULTILANGUAGE (EN, DE, FR, IT, SP), 64 BIT, SP1;	3
2	КОММУТАТОР СЕТИ ETHERNET	НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ КОММУТАТОР С 8 ПОРТАМИ 10/100/1000BASE-T	1
3	KVM УДЛИНИТЕЛЬ	USB АУДИО KVM УДЛИНИТЕЛЬ, ЛОКАЛЬНЫЙ	1
4	СРЕДА ИСПОЛНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ WINCC RT 7.4	ПО РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ СРЕДЫ ИСПОЛНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ НА 2048 ПЕРЕМЕННЫХ, ИСПОЛНЯЕМЫЙ, ВСТРОЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС PROFINET, ПО И ДОК. НА DVD, ЛИЦ. КЛЮЧ НА USB-НАКОПИТЕЛЕ, CLASS A, 5 ЯЗЫКОВ (НЕМ./АНГЛ./ФР./ИСП./ИТ.), РАБОТА ПОД ОС WINDOWS 7 PROF/ENT/ULT +SP1 (32 БИТ)/ 7 PROF/ENT/ULT +SP1 (64 БИТ)/ 8.1 STD/PROF/ENT/ULT (64 БИТ)/ SERVER2008 R2 +SP1 (64 БИТ)/ SERVER 2012 (64 БИТ)	2
5	КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР IND.ETHERNET ДЛЯ ШИНЫ PCI КОМПЬЮТЕРА	КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР PCI EXPRESS X1 (3.3V/12V) ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К IND.ETHERNET (10/100/1000МБИТ/С) С 2-ПОРТОВЫМ КОММУТАТОРОМ (RJ45), ВКЛЮЧАЯ ДРАЙВЕРА ДЛЯ MS WINDOWS (32БИТ), XP PRO, 2003 SERVER, V1	1

6.2.2.2. Шкафы программируемых логических контроллеров PLC1, PLC2, PLC3

Шкафы программируемых логических контроллеров PLC1,2,3 являются функционально законченными элементами технической структуры АСУТП участка измельчения ФПО, которые собственно и определяют ее назначение как средства автоматизированного управления.

Шкафы PLC1 и PLC2 конструктивно подобны и наряду с резервированным процессором укомплектованы станциями УСО ET200SP для взаимодействия с КИП и исполнительными механизмами. Конструктивно УСО смонтировано совместно с контроллером в одном шкафу двойных габаритов в отдельной секции. Причем секция УСО может быть дистанцирована от секции контроллера. Чертеж общего вида для этих шкафов приведен на рисунке 6. Спецификация основных элементов соответствует таблице 6.3.

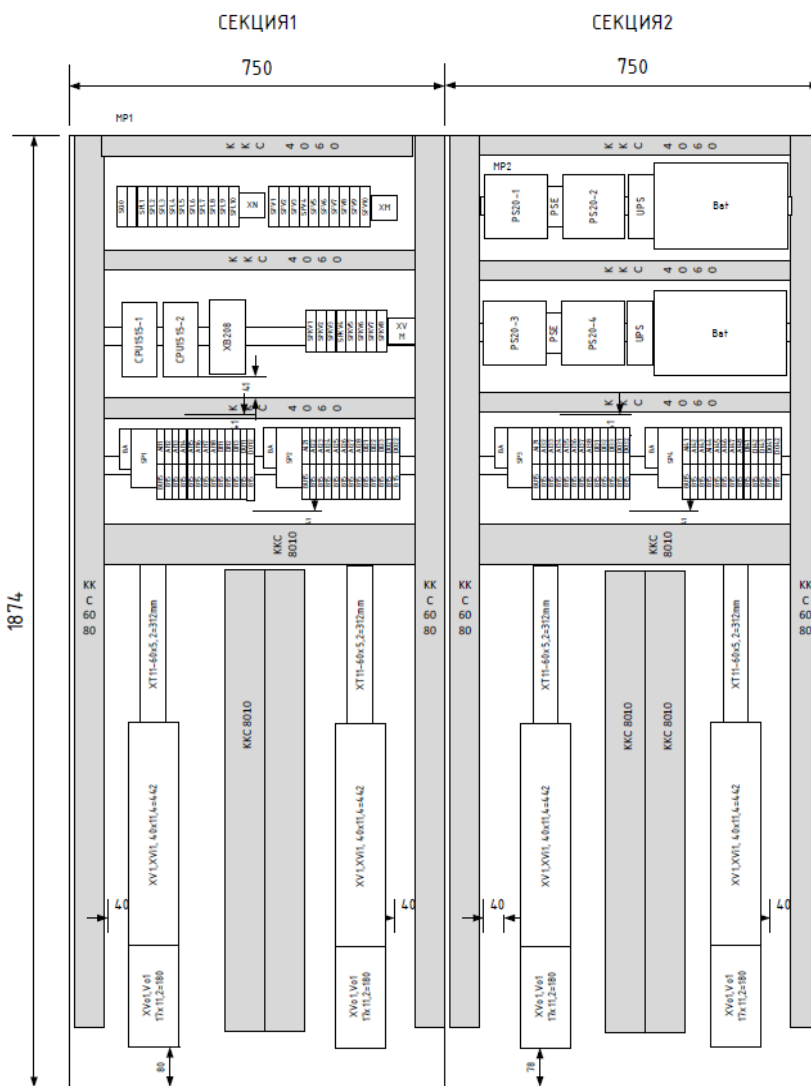


Рисунок 6. Чертеж общего вида для Шкафов PLC1,2

Таблица 6.3 - Спецификация основных элементов шкафов PLC1,2

№ пп	НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	К-ВО
1	ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР	6ES7515-2RM00-0AB0 SIMATIC S7-1500, ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПРОЦЕССОР CPU 1515F-2 PN, РАБОЧАЯ ПАМЯТЬ 750 КБ	2
2	КОММУТАТОР СЕТИ ETHERNET	НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ КОММУТАТОР С 8 ПОРТАМИ 10/100/1000BASE-T	1
3	Интерфейсный модуль для сети PROFINet	6ES7155-6AU01-0CNO SIMATIC ET 200SP, интерфейсный модуль IM155-6PN/2 High Feature для сети PROFINet	2
4	СРЕДА ИСПОЛНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ WINCC RT 7.4	ПО РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ СРЕДЫ ИСПОЛНЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ НА 2048 ПЕРЕМЕННЫХ, ИСПОЛНЯЕМЫЙ, ВСТРОЕННЫЙ ИНТЕРФЕЙС PROFINET, ПО И ДОК. НА DVD, ЛИЦ. КЛЮЧ НА USB-НАКОПИТЕЛЕ, CLASS A, 5 ЯЗЫКОВ (НЕМ./АНГЛ. /ФР./ИСП./ИТ.), РАБОТА ПОД ОС WINDOWS 7 PROF/ENT/ULT +SP1 (32 БИТ)/ 7 PROF/ENT/ULT +SP1 (64 БИТ)/ 8.1 STD/PROF/ENT/ULT (64 БИТ)/ SERVER2008 R2 +SP1 (64 БИТ)/ SERVER 2012 (64 БИТ)	2

	модуль дискретных входов	6ES7131-6BH01-0BA0 SIMATIC ET 200SP, модуль дискретных входов, DI 16x 24V DC ST, со стандартными	12
	модуль дискретных выходов	6ES7132-6BH01-0BA0 SIMATIC ET 200SP, модуль дискретных выходов, DQ 16x 24V DC/0,5A ST, со	8
5	КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР IND.ETHERNET ДЛЯ ШИНЫ PCI КОМПЬЮТЕРА	КОММУНИКАЦИОННЫЙ ПРОЦЕССОР PCI EXPRESS X1 (3.3V/12V) ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К IND.ETHERNET (10/100/1000МБИТ/С) С 2-ПОРТОВЫМ КОММУТАТОРОМ (RJ45), ВКЛЮЧАЯ ДРАЙВЕРА ДЛЯ MS WINDOWS (32БИТ), XP PRO, 2003 SERVER, VI	1

Шкаф PLC3 имеет отличия. Станции УСО в него не входят, а монтируются в отдельных самостоятельных конструкциях. Это шкафы ШСО в помещениях ПСУ. Они объединяются с PLC кольцевой оптической коммуникацией. Назначение и конструкция шкафов ШСО описана в следующем пункте

Конструктивные особенности шкафов представлены на чертеже общего вида - рисунок 7. Состав и характеристика основных элементов приведены ниже, в Таблице 6.4. Подробно конструкция, функциональное назначение и технические возможности приведены в документах «Техническое обеспечение».

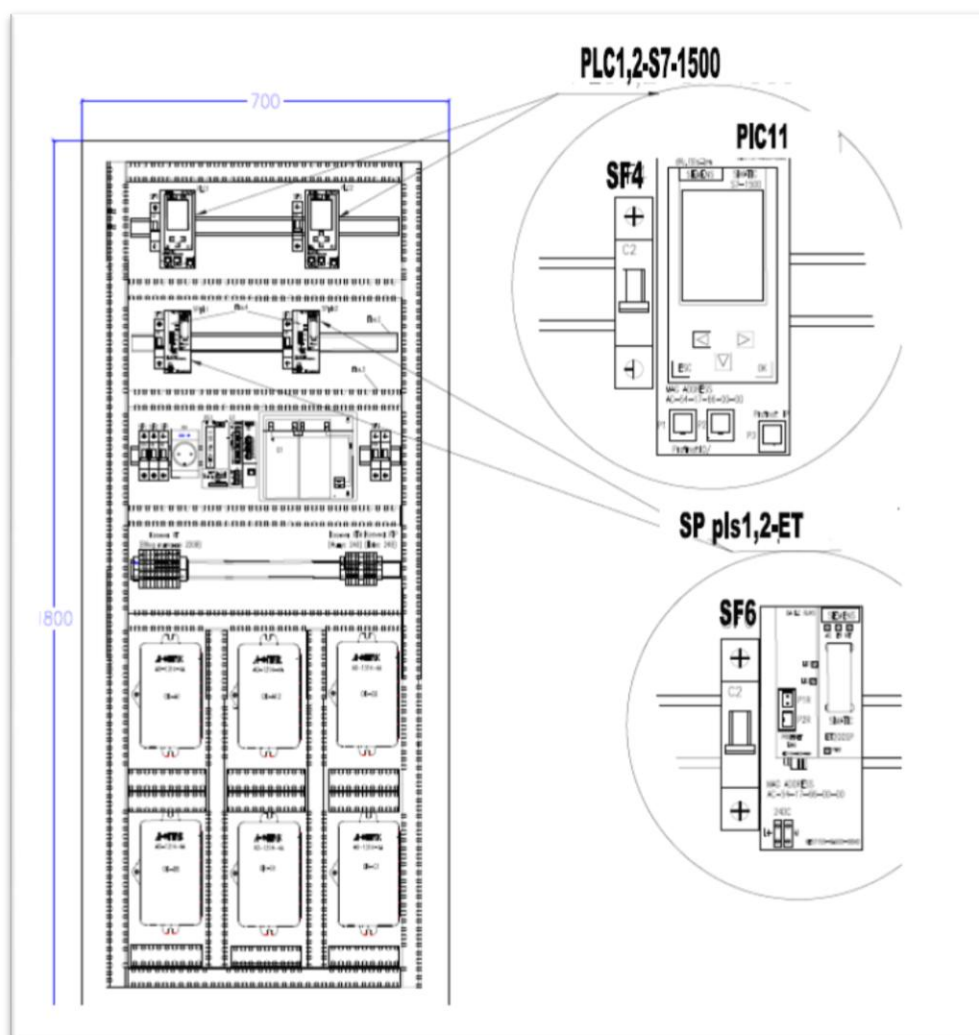


Рисунок 7 - Чертеж общего вида шкафа PLC3

Таблица 6.4 - Спецификация основных элементов шкафа PLC3

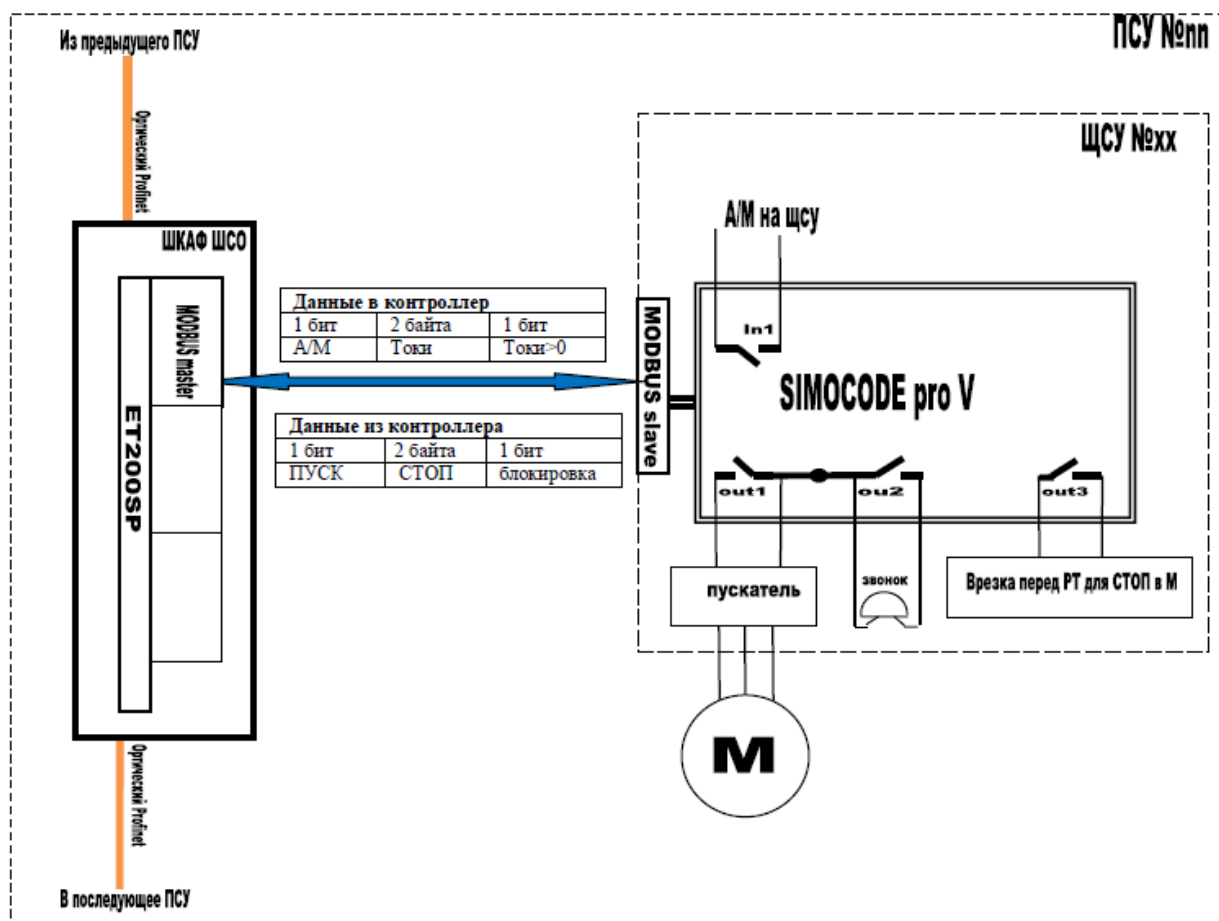
№ пп	НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	К-ВО
1	PLC1,2	Контроллер управления CPU1515-2PN,1-интерфейс с 2-х портовым коммутатором.500кБ	1
2	SPplc1,2	Siemens ET200 SP. 6ES7155-6AU00-0BN0	1
3	Оптический кросс ОК-(А.В.С)	Оптический кросс А-Оптик. АО-1314-4А. с 4 SC адаптерами. настенного монтажа.	62
5	SPplc1,2	Siemens Сетевой адаптер ВА 1xLC,RJ45 6ES7193-6AG20-0AA0.	1

6.2.2.3 Шкафы ШСО

Шкафы ШСО представляют собой элемент сетевой инфраструктуры , реализующий взаимодействие контроллера PLC3 с смонтированными на щитах в ПСУ блоками управления технологическими агрегатами с нерегулируемым электроприводом. Техническую основу этих блоков составляют устройства управления и защиты электродвигателей,

Simocode Pro, обеспечивающие представление широкого спектра диагностических данных по двигателю, а также требуемую логику их включения и выключения.

Структурная схема подключения устройств Simocode Pro к сетевым коммуникациям АСУТП, к пускателям электроприводов технологических агрегатов и к цепям запуска предпусковой сигнализации приведена ниже на рисунке 8.



мощность	агрегаты	Назначение контактов OUT			Точки подключения		
		OUT 1	OUT2	OUT3	OUT 1	OUT2	OUT3
До 100 Квт	K53,K54,42,42,48,49, 49В, 47,46,43,45,44,44А, 39,40, 49Б,7А,Питатель K39, Шнек1_бентонит, Шнек2, Шннк3_бентонит	Пуск	Сигн-ция	Стоп	5 - 29	5 - 87	37 – РТ
160 Квт	K84А, K84Б	Пуск	Сигн-ция	Стоп	5 - 29	5 - 87	15 – РТ
320 Квт	K84	Пуск	Сигн-ция	Стоп	5 -29	39 - 85	55 -1РТ

Рисунок 8 - Структурная схема включения устройств Simocode Pro а схемы управления

Перечень агрегатов, управляемых контроллером PLC3 через Simocode Pro при использовании шкафа ШСО, а также параметры соответствующих электродвигателей приведены в Приложении 3.

Конструктивные особенности шкафов представлены на чертеже общего вида - рисунок 9. Состав и характеристика основных элементов приведены ниже, в Таблице 6.5. Подробно конструкция, функциональное назначение и технические возможности приведены в документах «Техническое обеспечение».

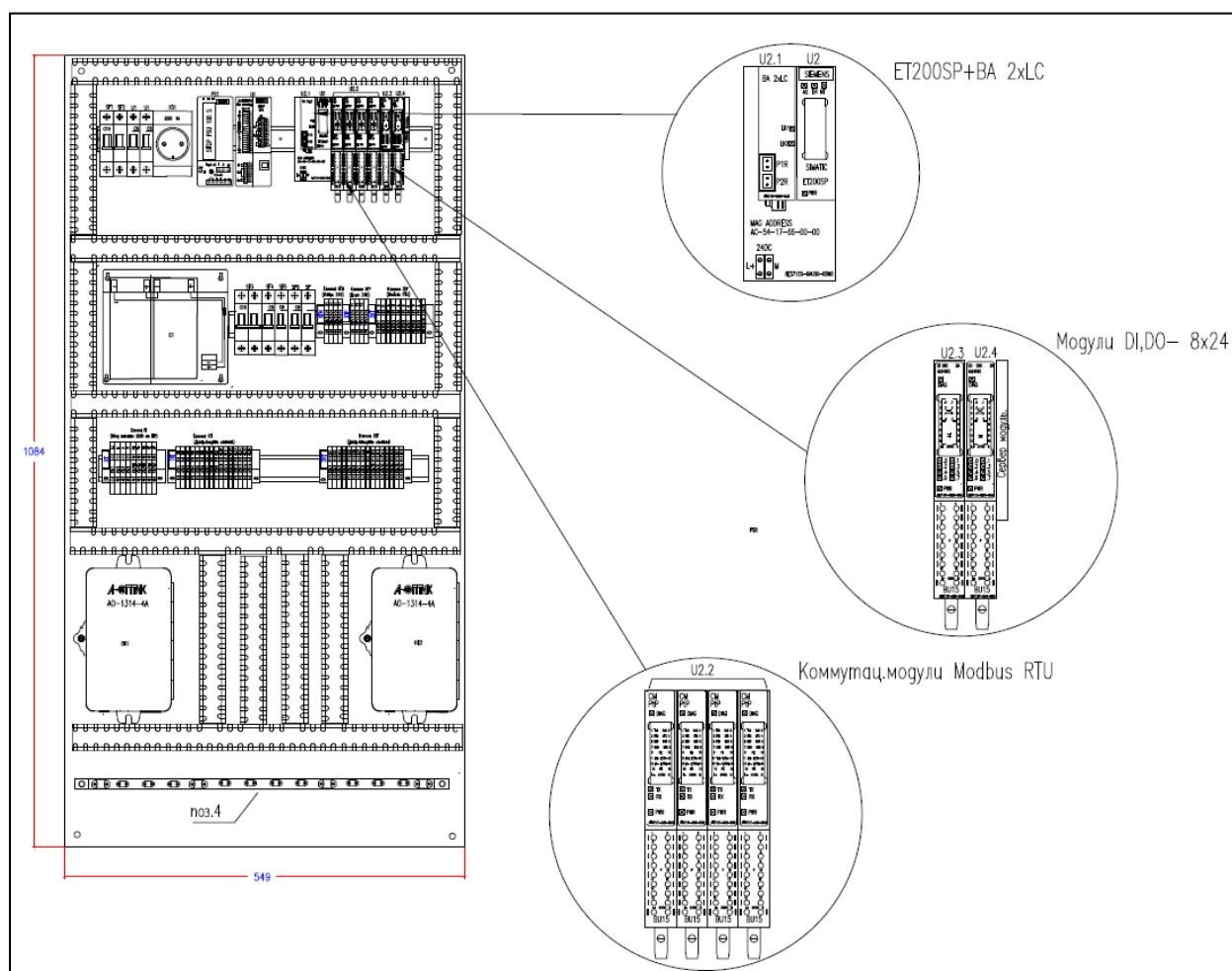


Рисунок 9 - Чертеж общего вида шкафов ШСО

Таблица 6.5 – Спецификация основных элементов шкафа ШСО

№ ПП	НАИМЕНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТА	К-ВО
1	SIEMENS ET200 SP. 6ES7155-6AU00-0BN0	1
2	КОММУНИКАЦИОННЫЕ МОДУЛИ ModBUS RTU	4
3	SIEMENS СЕТЕВОЙ АДАПТЕР BA 2XLC 6ES7193-6AG00-0AA0. SIEMENS	1
4	. SIEMENS МОДУЛЬ ВЫВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ 6ES7132-6BF00-0BA0. .	1
4	SIEMENS МОДУЛЬ ВВОДА ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ 6ES7131-6BF00-0BA0.	1
5	ОПТИЧЕСКИЙ КРОСС А-ОПТИК АО-1314-4А 4 ПОРТА SC. НАСТЕННЫЙ.	2

6.2.2.4 Сетевая инфраструктура

Сетевая инфраструктура реализующая межуровневое взаимодействие программно-технических средств АСУТП обеспечивается современной коммуникационной аппаратурой для сетей Ethernet, Profinet и Modbus способной выполнять передачу данных по электрическим и оптическим линиям связи.

Контроллеры PLC1,2,3 технологического уровня объединены между собой и с вышестоящим логическим уровнем АСУТП сетевой коммуникацией Ethernet на основе коммутаторов Scalance XB208. При этом используются медные кабельные линии.

Для взаимодействия контроллеров с периферией в операторской и ПСУ используется сетевая коммуникация Profinet. В качестве линий связи выбраны как оптические так и медные кабельные линии. В частности, для взаимодействия контроллеров с периферией в пределах операторской используются медные линии, а для взаимодействия вне операторского помещения оптические. В частности, медные линии связи используются в для связи контроллеров PLC1,2 со своими УСО

Сетевая коммуникация Profinet контроллера PLC3, соединяющая его с периферией в шкафах ШСО дислоцированных в ПСУ состоит из трех оптических сегментов объединенных кроссами в шкафу PLC3 (смотри рисунок 10). Такая сегментация обусловлена ограниченной возможностью прокладки трассы для оптического кабеля в главном корпусе ФПО. Основу активного оборудования Profinet в шкафу PLC3 составляют станции SIMATIC ET 200SP, укомплектованные сетевым адаптером и конвертером оптика-медь (6ES7193-6AG20-0AA0 SIMATIC ET 200SP, СЕТЕВОЙ АДАПТЕР BA LC/RJ45, КОНВЕРТЕР ОПТИКА-МЕДЬ 1X LC РАЗЪЁМ (ОПТИЧЕСКИЙ) И 1 X RJ45 РАЗЪЁМ ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К PROFINET). В шкафах ШСО размещенных в ПСУ это тоже станции SIMATIC ET 200SP. Однако вместо сетевого адаптера она укомплектована модулем MODBUS-master, обеспечивающего подключение шлейфа slave модулей MODBUS к сети Profinet к которым собственно и подключаются средства автоматизации конкретного технологического агрегата. В основном это средства управления и защиты электропривода Simocode pro

Описанные выше компоненты технической структуры и их взаимодействие в составе АСУТП позволяют обеспечить ее надежное и эффективное функционирование в режиме

«non stop», в том числе и при поэтапном включении технологических агрегатов под управление и контроль системы автоматизации.

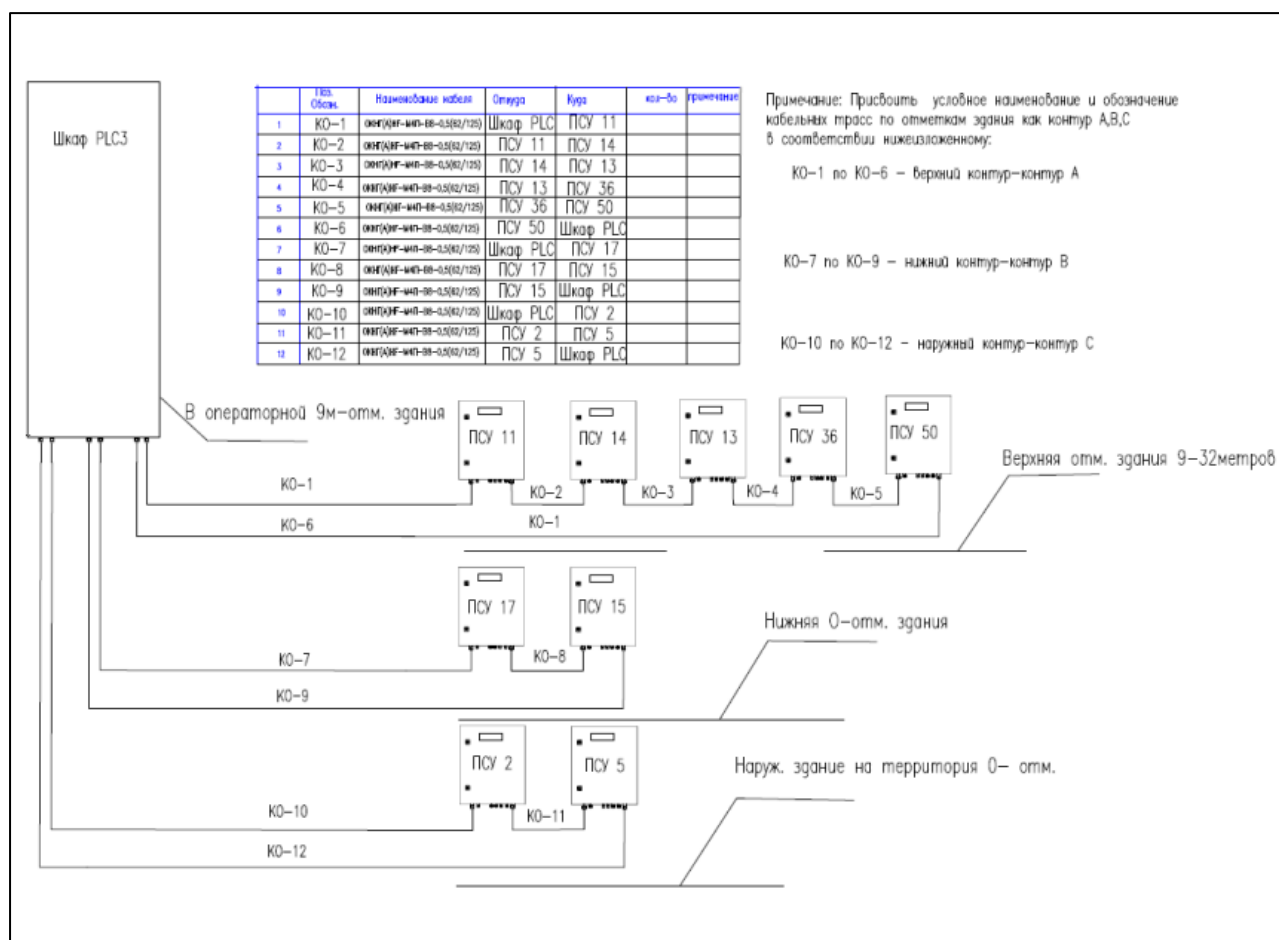


Рисунок 10 - Сетевая коммуникация Profinet контроллера PLC3

6.3. Особенности реализаций отдельных подсистем

Описанные в предыдущем разделе проектные решения по технической структуре АСУТП обеспечивают надежную и гибкую реализацию следующих задач:

1. управление ПТС,
2. управление технологическим процессом измельчения на мельницах,
3. контроль и обеспечение газовой безопасности работы участка ,
4. реализация интерфейсов рабочих мест технологического персонала и других пользователей системы,
5. ведение архивов работы системы,
6. ведение архива тревог по диагностированным нарушениям и неисправностям,
7. формирование отчетов, сменно-суточных рапортов и оперативных сводок о ходе технологического процесса,
8. сервис сопровождения и диагностики работы системы.

6.3.1. Управление оборудованием ПТС

Управление оборудованием и агрегатами в АСУТП «Измельчение» осуществляется с учетом блокировочных связей агрегатов ПТС, приведенных ниже, в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – таблица взаимных блокировочных связей агрегатов ПТС

№ п.п	Агрегат	№ блок. агр			№ п.п	Агрегат	№ блок. агр		
1	Конвейер 53				54	Конвейер 45	54		
2	Конвейер 54				55	АТУ 5			
3	Питатель 5				56	Конвейер 44	56	57	58
4	Питатель 6				57	Конвейер 44А			
5	Питатель 7				58	АТУ 10			
6	Питатель 8				59	Конвейер 3Б	39		
7	АТУ 1				60	Конвейер 1	60		
8	АТУ 2				61	Конвейер 3А	51		
9	АТУ 6				62	Конвейер 2	62		
10	АТУ 11				63	ВВД м-цы 1			
11	АТУ 12				64	М/насос 1-1			
12	Конвейер 41				65	М/насос 1-2			
13	АТУ 3				66	Дозатор 1			
14	Питатель 1				67	ВВД м-цы 2			
15	Питатель 3				68	М/насос 2-1			
16	Насос 11				69	М/насос 2-2			
17	Конвейер 42				70	Дозатор 2			
18	АТУ 22				71	М/насос 3-1			
19	Питатель 2				72	М/насос 3-2			
20	Питатель 4				73	Дозатор 3			
21	АТУ 4				74	М/насос 4-1			
22	Насос 12				75	М/насос 4-2			
23	Конвейер 48				76	Дозатор 4			
24	АТУ 7				77	Насос 17			
25	АТУ 8				78	Насос 18			
26	АТУ 9				79	Насос 19			
27	АТУ 23				80	ВВД м-цы 4			
28	АТУ 28				81	ВВД м-цы 5			
29	АТУ 29				82	М/насос 5-1			
30	Конвейер 5	30			83	М/насос 5-2			
31	АТУ 27				84	Дозатор 5			
32	Конвейер 6	32			85	М/насос 6-1			
33	Шнек 2	98			86	М/насос 6-2			
34	Шнек бен-та 3	33			87	Дозатор 6			
35	Питатель 2	31	98		88	М/насос 7-1			
36	АТУ 24				89	М/насос 7-2			
37	Конвейер 49	38	49		90	Дозатор 7			
38	Конвейер 49В	102			91	ВВД м-цы 8			
39	Конвейер 47	38	48		92	М/насос 8-1			
40	Конвейер 46	37	43		93	М/насос 8-2			
41	АТУ 21				94	Дозатор 8			
42	АТУ 32				95	Насос 35			
43	АТУ 13				96	Насос 35			
44	АТУ 31				97	Шнек бент-та 1	97		
45	АТУ 16				98	Конвейер 39			
46	АТУ 18				99	Конвейер 40			
47	АТУ 19				100	Конвейер 49Б			
48	АТУ 14				101	АТУ 26			
49	Конвейер 4	49			102	Шнек извести			
50	Конвейер 8	50			103	Конвейер 7А			
51	Конвейер 3	51			104	Конвейер84Б	104		
52	Конвейер 7	52			105	Конвейер84А	105		
53	Конвейер 43	45	53	54	106	Конвейер84	105		

Примеры инициации запусков участков приведены в Приложении 4.

7 Решения в части математического обеспечения

7.1 Особенности проектных решений по математическому обеспечению

Математическое обеспечение АСУТП «Измельчение» выполнено в объеме, достаточном для разработки программного обеспечения на основе стандартных функциональных блоков контроллеров Simatic S7-1500, а также среды разработки TIA-Portal фирмы Сименс, которые обеспечивают высокий технический уровень практической реализации распределенных автоматизированных систем реального времени.

Решения в части математического обеспечения АСУТП «Измельчение» имеет некоторые особенности в части способа разработки алгоритмических спецификаций. Прежде всего, это особенность связана с созданием и использованием готовых типовых функционально законченных спецификаций для описания алгоритмов прикладных задач контроля и управления, решаемых на технологическом уровне АСУТП. В этом случае алгоритм конкретной прикладной задачи реализуется путем параметризации функциональных блоков специализированной прикладной библиотеки, реализованной для контроллера Simatic S7-1500. Библиотека разработана в ТОО «Системотехника» и наряду с библиотекой стандартных функциональных блоков контроллеров Simatic S7 представляет мощный инструмент визуальной разработки программного обеспечения, а также и позволяет принять рациональные практические решения по структуре системы, улучшить показатели ее унификации, масштабируемости и интеграционных возможностей.

Алгоритмы функциональных блоков реализуют базовые функции контроля и управления и обеспечивают более технологичное математическое представление алгоритмов управления и сигнализации состояния процессов на технологических агрегатах, например сигнализацию отклонения технологических параметров от режима и т. д. В состав такого базового набора алгоритмов входят следующие алгоритмические блоки:

1. Обработка дискретных сигналов.
2. Обработка аналоговых сигналов
3. Управление приводами и технологическими агрегатами
4. Управление задвижками
5. Управление клапанами
6. ПИД-регулирование

В качестве еще одной особенности математического обеспечения АСУТП «Измельчение» следует отметить наличие в его составе формализованных спецификаций для вызова множества сервисных функций касающиеся живучести системы.

Упомянутые особенности обеспечивают гарантированное снижение рисков потери работоспособности АСУТП в части контроля и управления и при потере связи между контроллерными станциями технологического уровня и одной или всеми станциями верхнего уровня.

7.2 Формальная основа решений по математическому обеспечению

Решения по математическому обеспечению любой АСУТП, как правило, включают совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, примененных в системе, для решения задачи контроля и управления измельчительным комплексом. Они являются формализованной основой создания соответствующего программного обеспечения.

Алгоритмы, как основополагающая часть математического обеспечения проекта АСУТП «Измельчение» полностью определяют прикладную функциональность этой системы, режим ее функционирования в реальном времени и эксплуатационные качества.

Математическое обеспечение АСУТП «Измельчение» включает следующие формализации:

- Алгоритмы сбора и обработки сигналов КИП(Приложение 1 Алгоритмы управления технологическими агрегатами и механизмами, «охваченными» АСУТП в соответствии с функциональной схемой автоматизации
- Схемы контуров регулирования параметрами процесса технологического процесса измельчения в мельницах 1-8 с учетом технологического регламента. (Структуры контуров регулирования реализованные в проекте АСУТП «Измельчение» приведены в следующем разделе: - «Основные алгоритмические решения»
- Схемы процесса инициации автоматизированных режимов управления участками и отдельными агрегатами и механизмами ПТС.
- Алгоритмы проверки готовности к запуску и блокировочные зависимости работы агрегатов и механизмов ПТС.
- Логика формирования и отображения интерфейсов человеко-машинного взаимодействия, включая мнемосхемы, отчеты, тренды, графики, архивы и прочее
- Логика работы автоматики газовой безопасности

Для АСУТП «Измельчение» состав алгоритмов и их соответствующие формальные описания являются предметом подробного рассмотрения в документе «Математическое обеспечение».

Согласно принятым проектным решениям определен следующий набор прикладных алгоритмов в составе математического обеспечения АСУТП:

- Общий алгоритм функционирования системы, определяющий основные динамические и режимные характеристики АСУТП
- Алгоритмы сбора и обработки сигналов дискретных и аналоговых датчиков установленных в технологически значимых точках технологического процесса измельчения,
- Алгоритмы регулирования теплообменных процессов и монометрического режима в мельницах
- Алгоритмы управления нагрузкой на мельницу
- Алгоритмы контроля состояния оборудования,
- Алгоритмы дистанционного управления технологическими агрегатами, включая пуск/останов участков и отдельных механизмов ПТС
- Алгоритмы формирования и передачи данных о состоянии механизмов объекта управления и параметрах технологического процесса на верхний уровень системы.
- Отображение оперативных данных о функционировании управляемого объекта, сигнализация предаварийных и аварийных ситуаций, формирование и печать отчётных документов.
- Алгоритмы противоаварийной защиты и газовой безопасности

7.3 Основные алгоритмические решения

7.3.1 Общий алгоритм функционирования системы

Выбор программно-аппаратной базы, состав КИПиА, архитектурные и структурно-алгоритмические решения в системе приняты из расчета необходимости длительного бесперебойного функционирования АСУТП при круглосуточном режиме работы в «реальном времени» с остановками для проведения регламентного и профилактического обслуживания.

Проектные решения по регламенту функционирования АСУТП, формализуются общим алгоритм функционирования АСУТП, который определяет временной и событийный порядок функционирования всех подсистем АСУТП участка измельчения в режиме реального времени, задавая логику вызова задач и функций системы, динамику их выполнения в различных режимах работы технологических агрегатов и установок (местный, дистанционный, автоматический). То есть общий алгоритм функционирования АСУТП реализует условия автоматического непрерывного выполнения всех функций и задач АСУТП в режиме реального времени, включая сбор и контроль информации, автоматическое регулирование технологических параметров объекта (контура регулирования), выполнение команд управления, задаваемых оператором (диспетчером) дистанционно, включая дистанционное управление исполнительными органами любого из контуров регулирования технологическими параметрами..

Проектом АСУ ТП предусмотрено выполнения всех функций и задач в режиме реального времени. В этой связи наложены определенные требования на динамику их инициации и исполнения. В частности, определены следующие характеристики:

- период сбора информации в цикле регулярного контроля на уровне АРМ оператора составляет 1 с;
- время между появлением сигнала на датчике (сигнализаторе) и фиксацией прихода сигнала на средства автоматизации RTU не более 0,5 с;
- время обмена информацией с «внешними» АСУ ТП от 1 и более секунд, в зависимости от ограничений со стороны этих АСУТП.
- выполнение всех команд, задаваемых оператором (диспетчером) на интерфейсных средствах пользователя верхнего уровня АСУ ТП, включая дистанционное управление технологическим оборудованием не более 2 секунд.
- период опроса аналоговых сигналов с учетом времени преобразования АЦП в составе УСО (при работе в программном режиме работы системы), не менее 5 секунд
- Задержка получения сигнализаций о состоянии оборудования и нарушений технологического процесса не более 2 секунд

7.3.2 Алгоритмы контроля

1 Состав алгоритмов контроля технологического процесса

В АСУТП «Измельчение» алгоритмы контроля технологического процесса определяют логику формирования в АСУТП информации о параметрах процесса

в контрольных точках и процедур контроля состояния технологического оборудования. Данные алгоритмы формализуют:

- процедуры сбора сигналов, поступающих в систему автоматически с установленных на технологическом процессе датчиков или данных вводимых с пульта оператора,
- процедуры обработки сигналов, включая, проверку на достоверность, нарушения технологических и аварийных границ,
- процедуры фильтрации помех путем усреднения, скользящего сглаживания и прочее, значений параметров технологического процесса на различных интервалах времени.

1. Особенности алгоритмов контроля технологического процесса

Алгоритмы контроля параметров технологического процесса в проекте строятся по единой унифицированной схеме – функционально законченный алгоритмический блок. Это предполагает циклическое выполнение следующей обработки аналоговых сигналов датчиков, установленных в контролируемых точках технологического процесса:

- Пересчет нормализованного значения параметра в размерность электрического сигнала, принимаемого с датчика или вторичного прибора
- Пересчет нормализованного значения параметра в физическую размерность измеряемой величины
- Сглаживание сигнала (опционально)
- Сигнализация выхода параметра за технологические границы (опционально)
- Функция гистерезиса при сигнализации выхода параметра за технологические пределы (опционально)
- Использование подставляемого либо последнего действительного значения в случае ошибки канала измерения

2. Классификация информации, используемой алгоритмами контроля, Информация, используемая алгоритмами контроля подразделяется на входную, настроечную и результаты.

а) Входная информация.

Входная информация с объекта управления представляет собой значение измеряемого параметра в нормализованном виде (Par_V), а также в виде кода принимаемого с цифровой периферии (используется службой КИПиА при пусконаладочных и ремонтных работах) (Par_Code).

б) Настроечные параметры.

Настроечные параметры, определяют конкретику обработки, а именно:

- В случае ошибки канала измерения использовать подставляемое значение: да или нет (SUBSV_ON)
- В случае ошибки канала измерения использовать последнее действительное значение: да или нет (LASTV_ON)
- Подставляемое значение в случае ошибки канала измерения сигнализации (SUBS_V)

- Количественная величина сглаживания параметра (см. п. «Сглаживание параметра») (DTime)
- Верхнее предупредительное значение параметра (ParHi)
- Нижнее предупредительное значение параметра (ParLo)
- Верхнее аварийное значение параметра (ParHiHi)
- Нижнее аварийное значение параметра (ParLoLo)
- Верх шкалы параметра (ParH)
- Низ шкалы параметра (ParL)
- Верх шкалы принимаемого электрического сигнала (TiHi)
- Низ шкалы принимаемого электрического сигнала (TiLo)
- Величина зоны гистерезиса при срабатывании аварийной сигнализации (Hyst)
- Флаг включения контроля выхода параметра за верхний предел шкалы (FlagContParH)
- Флаг включения контроля выхода параметра за верхний аварийный предел (FlagContParHiHi)
- Флаг включения контроля выхода параметра за верхний предупредительный предел (FlagContParHi)
- Флаг включения контроля выхода параметра за нижний предупредительный предел (FlagContParLo)
- Флаг включения контроля выхода параметра за нижний аварийный предел (FlagContParLoLo)
- Флаг включения контроля выхода параметра за нижний предел шкалы (FlagContParL)
- Флаг включения функции сглаживания параметра (SmoothOn)
- Флаг отключения датчика (FlagDatch1)

в) *Результаты выполнения алгоритма.* Результатами выполнения алгоритмов обработки аналогового параметра являются:

- Текущее измерение. Это сглаженное значение параметра в физической размерности измеряемой величины (Par), не сглаженное значение параметра в физической размерности измеряемой величины (ParActual) и битовое значение агрегат включен в реверсивном направлении (только для механизмов с реверсивным режимом) (MECH_ON_R)
- Сигнализация выхода параметра за пределы. Это сигнализация выхода параметра за верхний предел шкалы (FlagParH), сигнализация выхода параметра за верхний аварийный предел (FlagParHiHi), сигнализация выхода параметра за верхний предупредительный предел (FlagParHi), сигнализация выхода параметра за нижний аварийный предел (FlagParLoLo), сигнализация выхода параметра за нижний предел шкалы (FlagParL)
- Диагностическая информация. Это признак общей неисправности (FAULURE), неисправность работы контроллерного оборудования (EXT_F), флаг «Шкалы заданы некорректно»

- Визуальное представление измеряемой величины. Это цветковое отображение на экране значения параметра по принципу светофора. В норме это выглядит как , выход параметра за предупредительный предел выглядит как , Выход параметра за аварийный предел  Выход параметра за пределы шкалы 
- Формирование текстовой информации о выходе параметра за предупредительные и аварийные границы. Это также цветковое отображение на экране информации о факте нарушения границ параметра только в виде текстового сообщения.

7.3.3 Описание процедур обработки параметра в алгоритмах контроля

1. *Пересчет в размерность электрического сигнала принимаемого с датчика*
Персоналу, обслуживающему систему, часто необходимо знать не только значение параметра в физической размерности, но также и в размерности электрического сигнала принимаемого с датчика или вторичного преобразователя. Пересчет в размерность электрического сигнала принимаемого с датчика для разных типов параметров производится разными методами. При работе с сигналами, полученными с преобразователей со стандартным электрическим выходом (4-20мА, 0-10В и т. д.) пересчет нормализованного значения параметра в размерность электрического сигнала принимаемого с датчика производится по следующей формуле:

$$\text{ParSignal} = \text{ParV} / 100 * (\text{TiHi} - \text{TiLo}) + \text{TiLo},$$

где: **ParV** – нормализованное значение измеряемого параметра;

ParSignal – значение измеряемого параметра в размерности электрического сигнала;

TiHi – минимальное значение шкалы параметра в размерности электрического сигнала с датчика

TiLo – максимальное значение шкалы параметра в размерности электрического сигнала с датчика

При работе с сигналами, полученными с датчиков имеющих нелинейную шкалу, пересчет параметра из размерности кода, принимаемого с периферии, в размерность электрического сигнала датчика производится также как и при работе с сигналами, полученными с преобразователей со стандартным электрическим выходом, так как зависимость между принимаемым кодом и электрическим сигналом является линейной. Исключением являются сигналы, полученные с датчиков термосопротивления не поддерживаемых аппаратурой SIEMENS. Особенность заключается в том, что для обеспечения большей точности измерения такие датчики конфигурируются в Hardware как Pt100, а это означает, что мы получаем код линейный относительно температуры по шкале датчика типа Pt100. Сложность заключается в том, что зависимость между сопротивлением датчика типа Pt100 и измеряемой им температурой имеет нелинейный характер, а это в свою очередь значит, что зависимость между кодом с периферии и сигналом (сопротивлением) также имеет нелинейный характер. В этом случае производится кусочно-линейная аппроксимация функции зависимости сопротивления от температуры. Иными словами мы предполагаем, что зависимость является линейной на отдельно взятых участках шкалы датчика, и пересчитываем параметр в размерность сигнала по формуле:

$$\text{ParSignal} = A * \text{ParV} + B,$$

где: **ParV** – нормализованное значение измеряемого параметра
ParSignal – значение измеряемого параметра в размерности электрического сигнала

A, B – коэффициенты, определяющие поведение прямой

Каждый отдельно взятый участок шкалы параметра имеет свои коэффициенты **A, B**. Пересчет можно было производить, не прибегая к кусочно-линейной аппроксимации, с применением рядов, но расчет значения по формуле ряда требует значительно больше процессорного времени, и не всегда приемлем при обработке большого количества сигналов.

2. Пересчет значения параметра в физическую размерность

Пересчет в физическую размерность измеряемой величины для разных типов параметров производится разными методами. При работе с сигналами, полученными с преобразователей со стандартным электрическим выходом (4-20мА, 0-10В и т. д.), имеющих линейную зависимость между измеряемой величиной и выходной величиной сигнала, пересчет нормализованного значения параметра в физическую размерность измеряемой величины производится по следующей формуле:

$$\text{ParActual} = \text{ParV} / 100 * (\text{ParH} - \text{ParL}) + \text{ParL}$$

где: **ParActual** – значение измеряемого параметра в физической размерности измеряемой величины
ParV – нормализованное значение измеряемого параметра
ParL – минимальное значение шкалы параметра в физической размерности измеряемой величины
ParH – максимальное значение шкалы параметра в физической размерности измеряемой величины

При работе с сигналами, полученными с датчиков имеющих нелинейную шкалу (ТСМ50, ТХА и т. д.) и не поддерживаемых аппаратурой SIEMENS, производится кусочно-линейная аппроксимация функции зависимости измеряемой величины от кода сигнала принимаемого с периферии. Иными словами мы предполагаем, что зависимость является линейной на отдельно взятых участках шкалы датчика, и пересчитываем параметр в физическую размерность измеряемой величины по формуле:

$$\text{ParActual} = A * \text{ParV} + B,$$

где: **ParActual** – значение измеряемого параметра в физической размерности измеряемой величины
ParV – нормализованное значение измеряемого параметра
A, B – коэффициенты, определяющие поведение прямой

Каждый отдельно взятый участок шкалы параметра имеет свои коэффициенты **A, B**. Пересчет можно было производить, не прибегая к кусочно-линейной аппроксимации, с применением рядов, но расчет значения по формуле ряда требует значительно больше процессорного времени, и не всегда приемлем при обработке большого количества сигналов.

3. Сглаживание сигнала

На практике встречаются случаи, когда сигнал с датчика несет в себе высокочастотную помеху, что является всегда нежелательным явлением. Помеха может сказываться на качестве регулирования, если параметр является регулируемым, вызывать «дребезг» сигнализации, если измеряемый параметр находится около одной из технологических границ, но в первую очередь это просто получение неточного мгновенного значения параметра. Для борьбы с этим явлением в процедуре предусмотрено сглаживание, которое позволяет отфильтровывать высокочастотную помеху. По своей сути сглаживание представляет собой математическую модель аperiodического звена первого порядка, передаточная функция которого имеет вид:

$$\frac{Y}{X} = \frac{1}{TS + 1};$$

После преобразования и приведения к цифровому виду формула приобретает следующий вид:

$$Par = a_k * ParActual + b_k * ParActualOld + c_k * ParOld$$

$$a_k = \frac{Sample_T}{2 * DTime + Sample_T}$$

$$b_k = \frac{Sample_T}{2 * DTime + Sample_T}$$

$$c_k = \frac{-2 * Dtime + Sample_T}{2 * Dtime + Sample_T}$$

где,

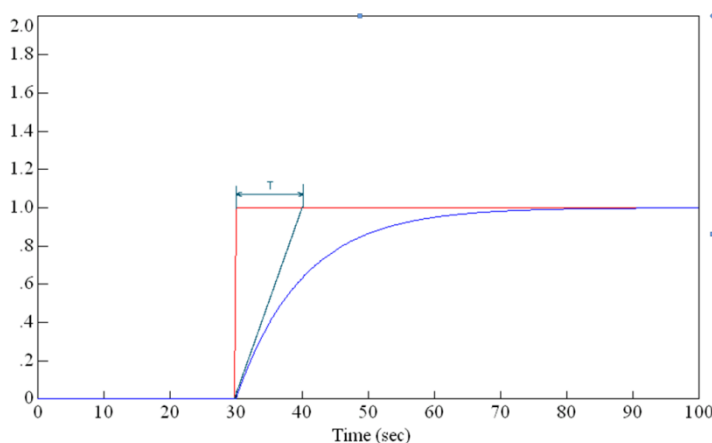
ParOld – сглаженное значение измеряемого параметра за предыдущий цикл опроса

DTime – количественная величина сглаживания в секундах

Sample_T – период опроса параметра в секундах

Ниже приведена передаточная характеристика функции сглаживания:

Сглаживание является опциональной функцией блока и может быть включено/отключено путем взведения/сброса флага **SmoothOn**.

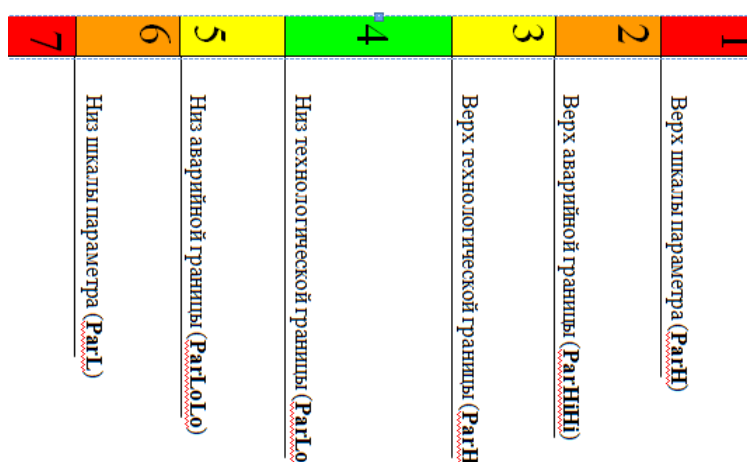


3. Сигнализация выхода параметра за технологические границы

Как уже было отмечено. одной из задач, решаемых рассматриваемой процедурой является сигнализация выхода параметра за следующие пределы:

- максимальное значение шкалы параметра
- верхний аварийный предел параметра
- верхний предупредительный предел параметра
- нижний предупредительный предел параметра
- нижний аварийный предел параметра
- минимальное значение шкалы параметра

Весь диапазон изменения параметра представляется в следующем виде:



Функция определяет, какому промежутку принадлежит текущее значение параметра, и производит соответствующую сигнализацию. Для корректной работы функции сигнализации выхода параметра за технологические границы должно соблюдаться неравенство:

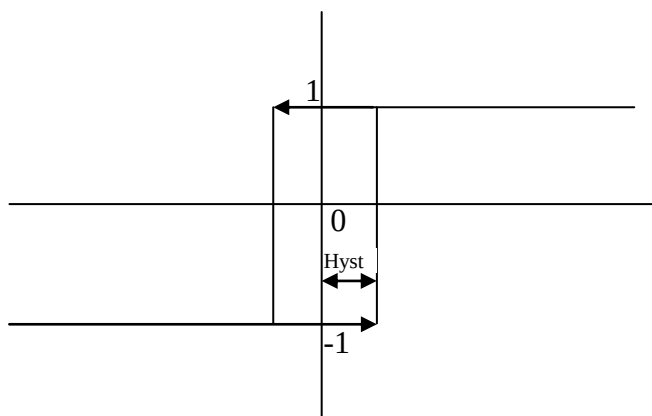
$$ParH > ParHiHi > ParHi > ParLo > ParLoLo > ParL$$

Сигнализация выхода параметра за технологические границы является опциональной для каждой границы и включается/выключается посредством взведения/сброса следующих флагов:

- **FlagContParH** – контролировать выход параметра за максимальное значение шкалы параметра
- **FlagContParHiHi** – контролировать выход параметра за верхний аварийный предел параметра
- **FlagContParHi** – контролировать выход параметра за верхний предупредительный предел параметра
- **FlagContParLo** – контролировать выход параметра за нижний предупредительный предел параметра
- **FlagContParLoLo** – контролировать выход параметра за нижний аварийный предел параметра
- **FlagContParL** – контролировать выход параметра за минимальное значение шкалы параметра

5 Функция гистерезиса

На практике встречаются случаи, когда значение параметра постоянно колеблется с разбросом значений в определенном диапазоне. Диапазон значений может быть достаточно мал, в таком случае погрешность измерения лежит в допустимых пределах и колебания не приносят вреда. Но если значение параметра находится около одной из технологических границ параметра, то может наблюдаться «дребезг» сигнализации выхода параметра за границу. В этом случае можно воспользоваться функцией гистерезиса. Величина зоны гистерезиса определяется параметром **Hyst**. Функция гистерезиса в графическом изображении имеет следующий вид:



6 Замена действительного значения параметра в случае ошибки измерения

Данная функция является очень полезной, если измеряемый параметр является регулируемым. Так как при отказе канала измерения на вход регулятора может попасть не всегда предсказуемое значение (чаще всего выходящее за пределы шкалы датчика), что приведет к некоторой реакции исполнительного механизма, возможно имеющей довольно большую амплитуду, и может негативно повлиять на технологический процесс. Для избегания такой ситуации производится диагностика канала измерения и в случае его отказа, в качестве текущего значения измеряемого параметра подается, в зависимости от настроек, либо последнее действительное значение, либо некоторая подставляемая величина.

7.3.4 Алгоритмы регулирования

7.3.4.1 Состав Алгоритмов регулирования

В АСУ ТП участка измельчения ФПО для каждой из мельниц предусматриваются следующие контура автоматического регулирования параметров технологического процесса:

- Регулирование расхода газа на горение.
- Регулирование расхода воздуха на горение.
- Регулирование соотношения газ – воздух.
- Стабилизация температуры в подтопке.
- Управление загрузкой мельницы (производительностью дозатора).

- Стабилизация температуры после мельницы.
- Регулирование сопротивления мельницы № 1-3.
- Регулирование расхода рециркуляционного воздуха мельницы.
- Регулирование разрежения перед мельницей №4-8.
- Регулирование разрежения перед мельницей №1-3.
- Регулирование разрежения после мельницы №1-3.
- Регулирование разрежения после мельницы №4-8.
- Регулирование разряжения в подтопке мельницы.

7.3.4.2 Особенности реализации алгоритмов регулирования в проекте

Все схемы регулирования параметров процесса измельчения, приведенные в проекте, предполагают использование типового набора алгоритмов для функционального блока дискретного регулятора, реализующего стандартное ПИД-управление (Standard PID Control) и входящего в состав системной библиотеки п контроллера Simatic S1500. Принцип дискретного регулирования, заложенный в этом блоке, приведено на рисунке 11. Регуляторы такого типа осуществляют управление процессом по времени, другими словами, это регуляторы, которые начинают выполнение управляющего воздействия определенной длительности на процесс через равные промежутки времени, при этом длительность интервала между двумя такими включениями называется периодом дискретизации (sampling time) или временем цикла (cycle), имеющим наименование CYCLE.

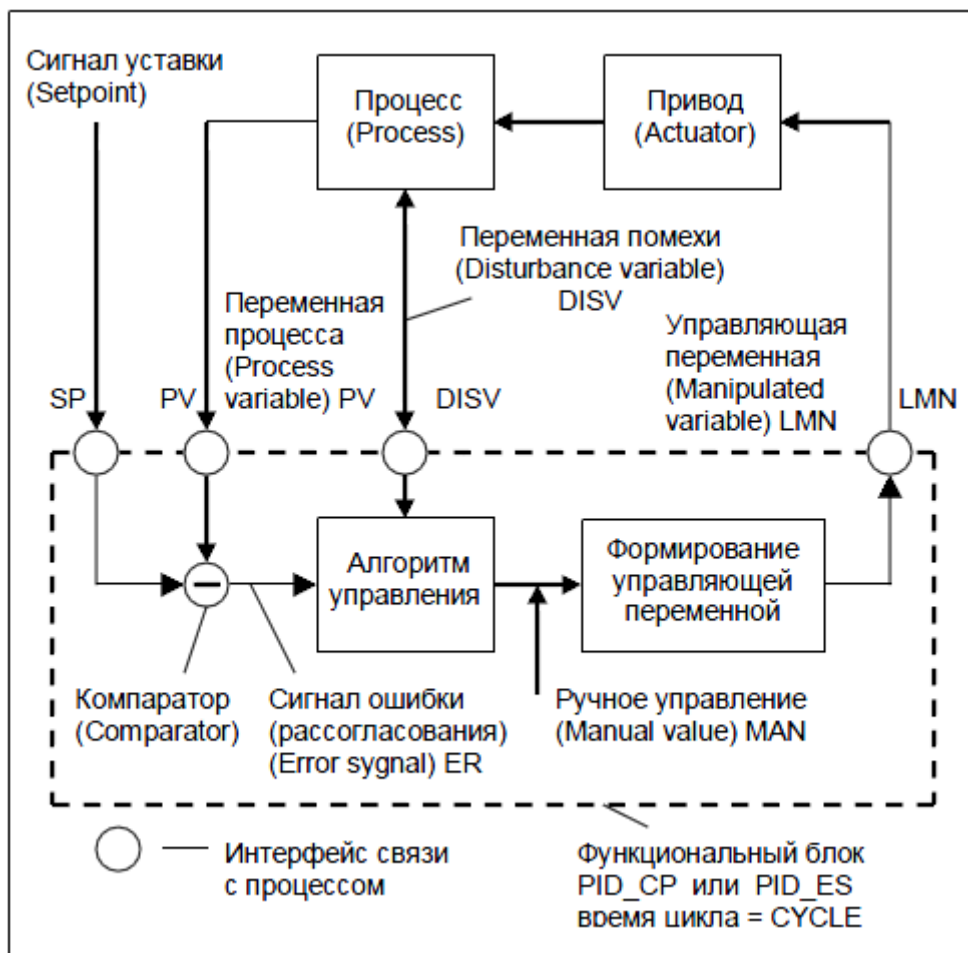


Рисунок 11 - Принцип дискретного регулирования объектом

В интервалах времени между моментами измерения исходных данных, регулятор не реагирует на изменения переменной процесса PV и управляющей переменной LMN, которые для него на этот период времени остаются неизменными. Принимая во внимание, что длительность циклов достаточно мала, так, что периодическое измерение параметров в начале каждого цикла реалистично отражает последовательное изменение измеряемых величин, дискретный регулятор может рассматриваться как "квазинепрерывный" регулятор непрерывного действия.

Эти положения для разработки и настройки параметров регуляторов при использовании Standard PID Control (Стандартное ПИД-управление) применяются при условии, что время цикла (CYCLE) составляет меньше, чем 20% от величины постоянной времени всего контура управления. Если это условие выполняется, то функции Standard PID Control могут быть описаны также как и для традиционных (не дискретных) регуляторов. При этом будут доступны одинаковый с традиционными регуляторами диапазон функций и такие же возможности для мониторинга переменных системы управления и для настройки регулятора.

На следующих диаграммах показаны сконфигурированные структуры управления в виде блок-схем. Рисунок 12 иллюстрирует регулятор непрерывного управления с цепями обработки сигналов переменной процесса, уставки и управляющей переменной. Видно, какие функции должны выполняться после адаптации входных сигналов, а какие не требуются.

Рисунок 13 и 14 представляют формирование управляющей переменной с помощью шагового регулятора в двух вариантах исполнения – с позиционной обратной связью (ОС) и без таковой. Из этих схем становится ясно, что в отсутствии позиционной ОС "квазипозиционный" сигнал - пропорциональный сигнал обратной связи формируется в зависимости от интервалов времени "включения" дискретных выходных сигналов.

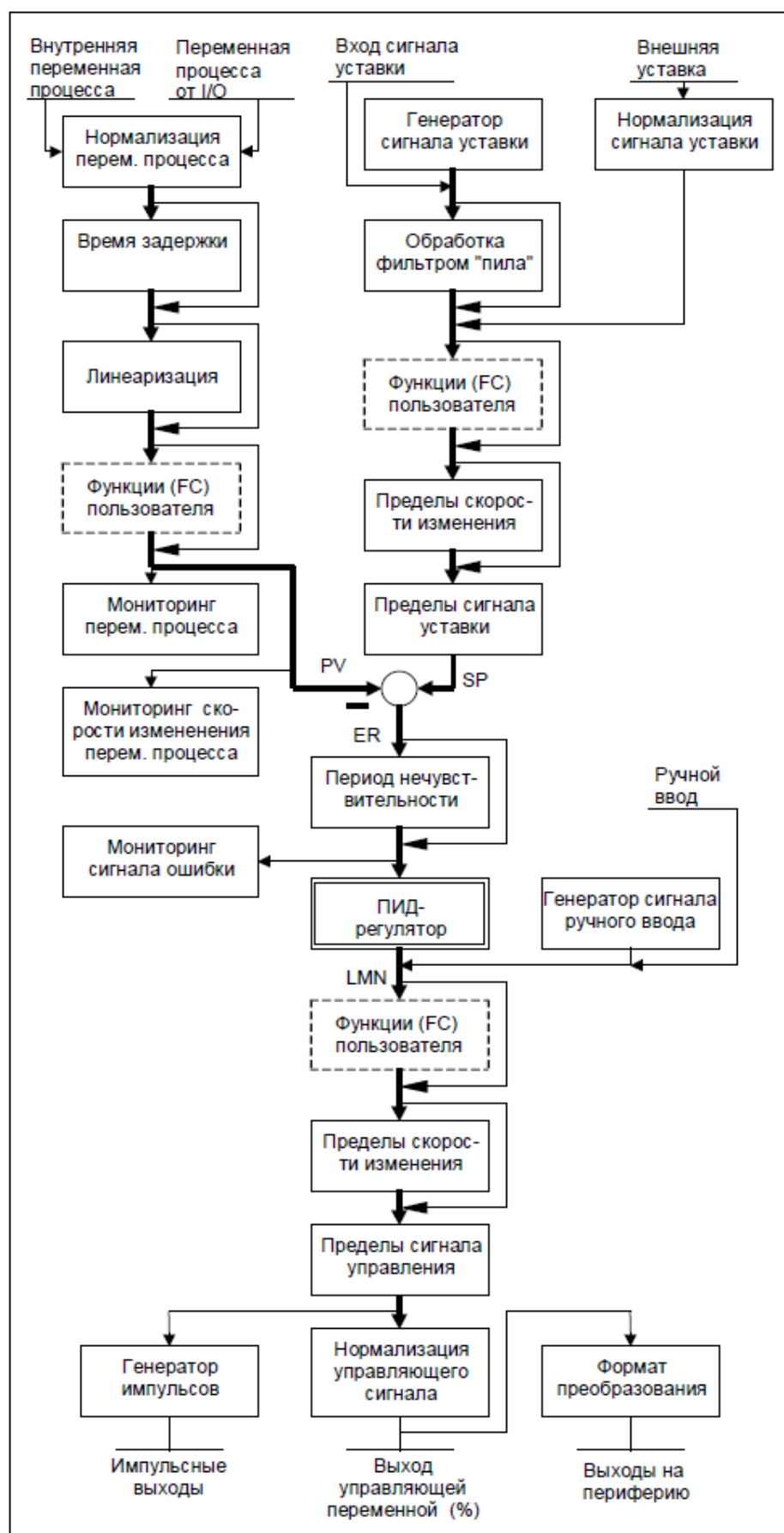


Рисунок 12 - Последовательность функций в системе управления

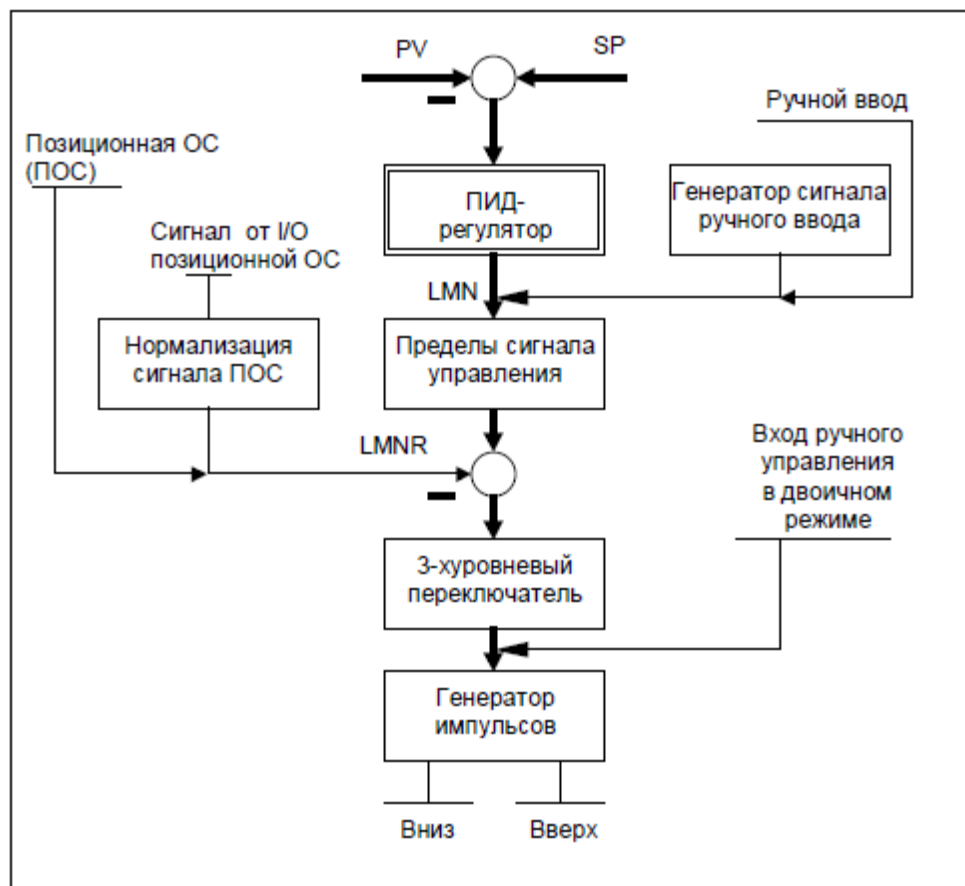


Рисунок 13 - Цепи прохождения управляющего сигнала шагового регулятора с позиционной ОС.

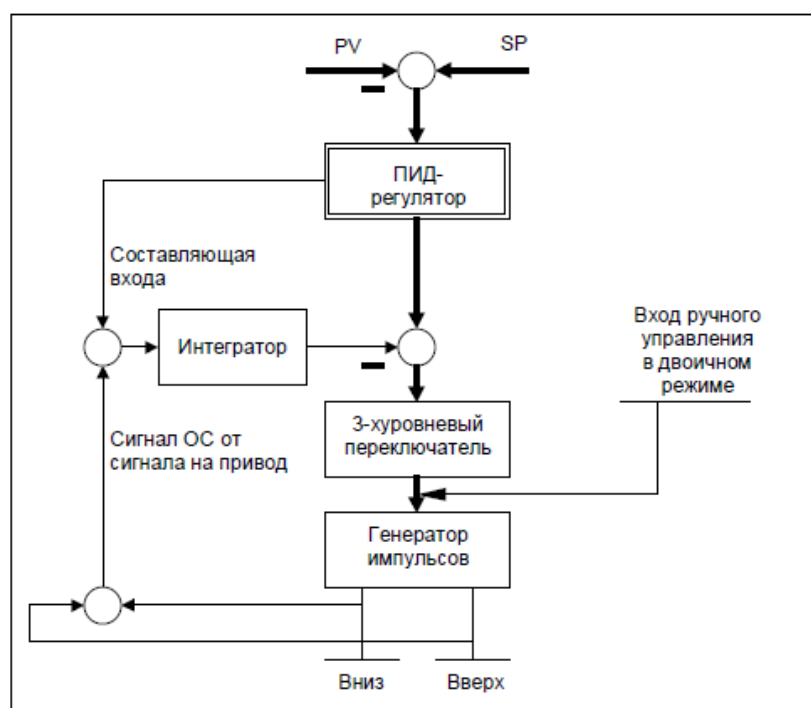


Рисунок 14 - Цепи прохождения управляющего сигнала шагового регулятора без

7.3.4.2 Структурные схемы контуров регулирования

Каждый из контуров регулирования может работать в одном из двух режимов - ручном или автоматическом.

Ручной режим работы контура - оператор сам задает значение управляющей переменной: например, непосредственно воздействуя на ИМ. Величина уставки регулируемого параметра при этом не играет роли.

Автоматический режим работы контура – контур стабилизирует значение регулируемого параметра в соответствии с заданной уставкой. В этом случае уставка может задаваться либо от оператора (внутренняя уставка) либо от внешнего источника (внешняя уставка), например, из режимной карты. При переводе контура из ручного на автоматический режим работы и обратно выполняется безударный переход: внутренняя уставка устанавливается равной текущему значению регулируемого параметра. Затем оператор может задавать новое значение уставки.

Величина уставки параметра регулирования не должна выходить за рамки текущих установленных пределов. Если в контур регулирования записывается значение уставки выше верхнего предела, то действующая уставка будет равна верхнему пределу, если ниже нижнего предела, то действующее значение уставки равно нижнему пределу. Верхние и нижние пределы изменения уставок и сами уставки в контурах регулирования могут приобретать разные значения в зависимости от текущего процесса.

На приведенных ниже структурных схемах, для облегчения оценки возможности использования существующих средств автоматизации, на выходе регуляторов, в скобках, проставлены позиции исполнительных механизмов существующих функциональных схем автоматизации.

1. Контур регулирования газа в подтопок

Регулирование расхода газа поступающего в подтопок мельницы осуществляется по результатам сравнения его фактической величины с заданием. Заданное значение расхода газа, в зависимости от положения переключателя может определяться либо оператором, либо системой. Структурная схема контура регулирования расхода газа в мельницу представлена на рисунке 15. В данной схеме применяется ПИД регулятор с дискретным выходом. Его параметры зависят от динамических и статических характеристик объекта управления и предъявляемых требований к качеству переходных процессов.

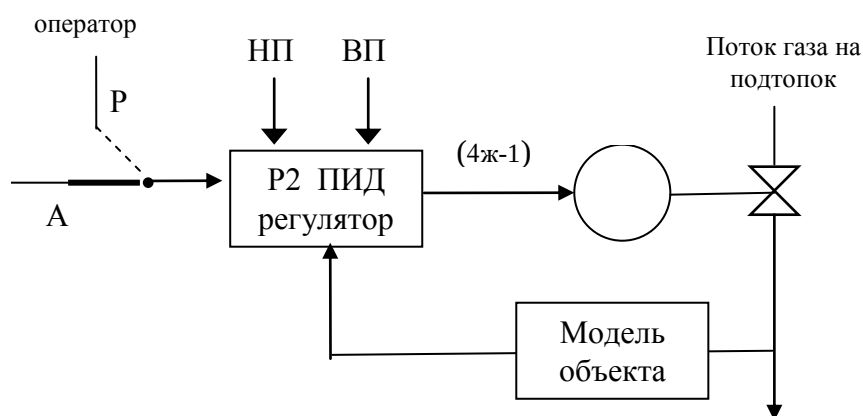


Рисунок 15 - Структура регулирования расхода газа

В зависимости от разницы фактического и заданного значений расхода газа, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования подается в качестве заданного значения на исполнительный механизм, изменяющий положение дроссельной заслонки на газопроводе в подтопок, а следовательно и расход газа в мельницу.

2. Контур регулирования температуры на выходе мельницы

Процедура регулирования температуры на выходе после мельницы осуществляется с помощью изменения расхода газа, поступающего в топку мельницы. При регулировании температуры на выходе мельницы, взаимодействие контуров регулирования расходом газа в подтопок и регулирования температуры на выходе мельницы составляют структуру, представленную на рисунке 16.

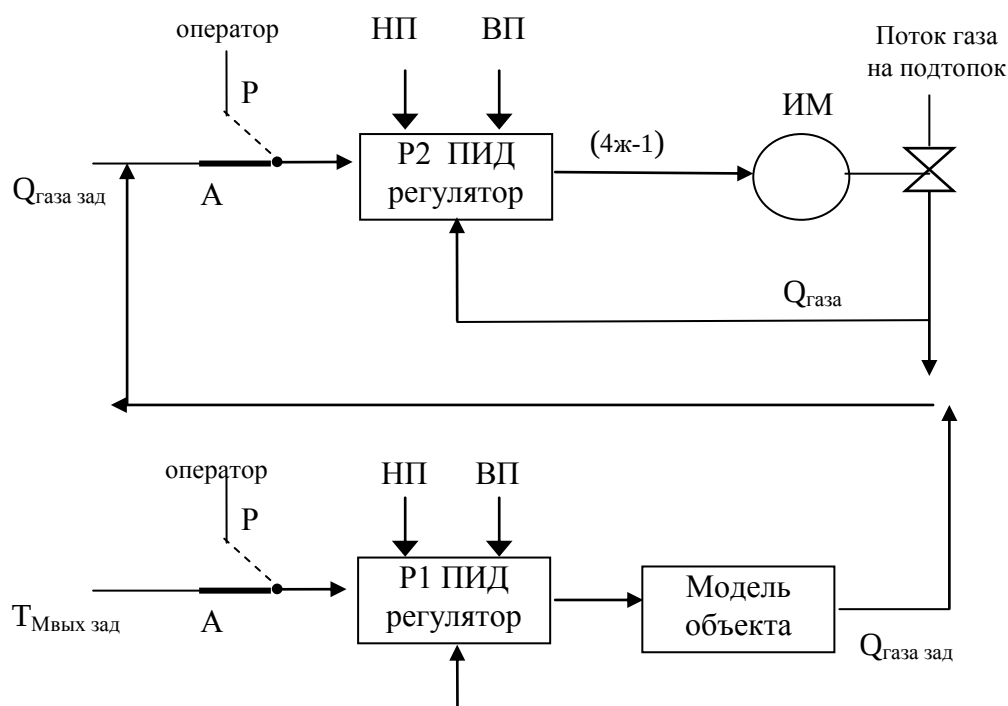


Рисунок 16 - Структура регулирования температуры на выходе мельницы

Заданное значение температуры на выходе мельницы, в зависимости от положения переключателя может определяться либо оператором, либо системой. В зависимости от разницы фактического $T_{\text{Мвых}}$ и заданного $T_{\text{Мвых зад}}$ значений температуры на выходе мельницы, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое позволит стабилизировать вышеупомянутую $T_{\text{Мвых}}$ на уровне заданного значения, за счет изменения расхода газа в подтопок мельницы.

3. Контур регулирования расхода рециркуляционного воздуха

Процесс регулирования рециркуляционного воздуха на выходе мельничного вентилятора (МВ) производится за счет изменения положения исполнительного механизма в напорном воздуховоде МВ. Структура регулирования расхода рециркуляционного воздуха, поступающего в мельницу представлена на рисунке 17.

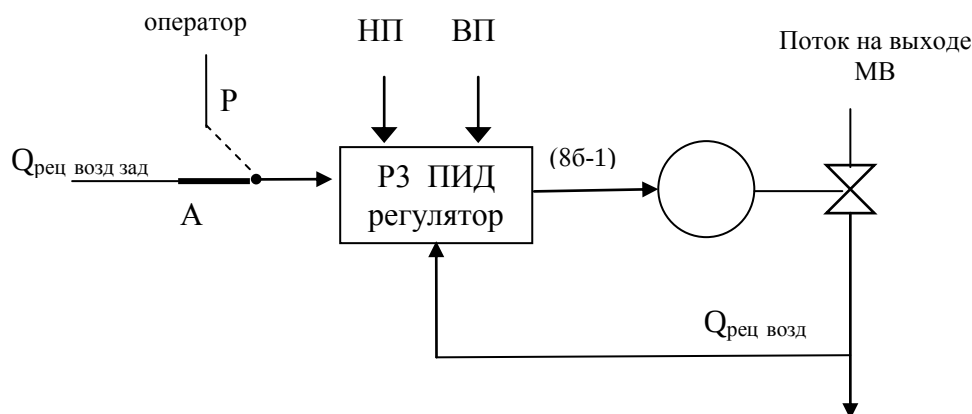


Рисунок 17 - Структура регулирования расхода рециркуляционного воздуха

Параметры применяемого ПИД регулятора зависят от динамических и статических характеристик объекта управления и предъявляемых требований к качеству переходных процессов. При изменении коэффициентов при каждой из составляющих регулятора может меняться закон регулирования (П, ПИ, ПИД и пр.) – регуляторы. Окончательно параметры регуляторов будут уточняться на этапе комплексной наладки.

В зависимости от разницы фактического и заданного значений расхода рециркуляционного воздуха, ПИД регулятор, с учетом настроек, определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования подается в качестве заданного значения на исполнительный механизм в напорном воздуховоде МВ, изменяющий расход рециркуляционного воздуха в воздухопроводе, поступающего в мельницу.

4. Контур регулирования разрежения перед мельницей

Процесс регулирования разрежения перед мельницей производится за счет изменения величины расхода рециркуляционного воздуха на выходе мельничного вентилятора (МВ) и изменения расхода воздуха на всасе МВ.

При регулировании разрежения перед мельницей, взаимодействие контуров регулирования расходом рециркуляционного воздуха на выходе мельничного вентилятора и регулирования разрежения перед мельницей составляют сложную взаимосвязанную структуру, представленную на рисунке 18.

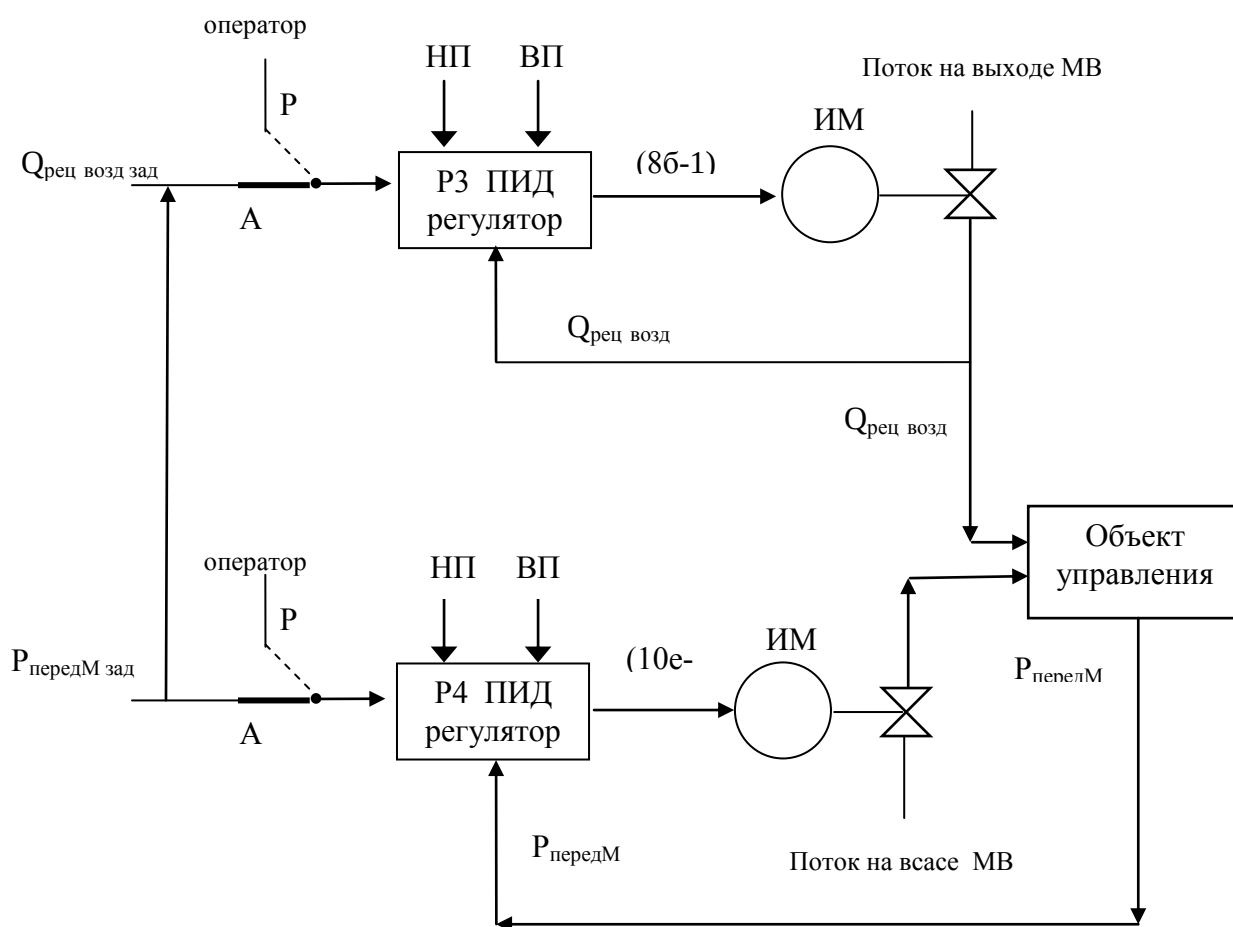


Рисунок 18 - Структура регулирования разрежения перед мельницей

5. *Контур регулирования расхода воздуха в подтопок*

В процессе регулирования расхода воздуха в подтопок, в соответствии с разницей между заданием на расход воздуха в подтопок и фактическим значением данной переменной в регуляторе рассчитывается управляющее воздействие, поступающее на вход исполнительного механизма, изменяющего поступление воздуха на горение. Структура регулирования расхода воздуха в подтопок представлена на рисунке 19.

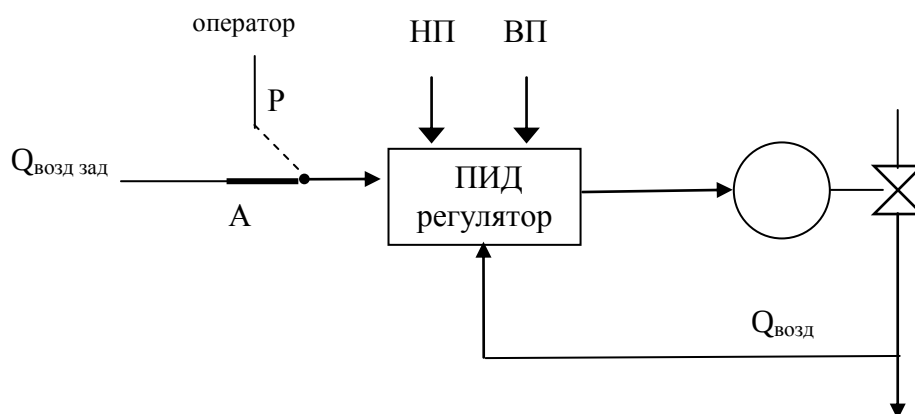


Рисунок 19 - Структура регулирования расхода воздуха в подтопок

6. Контур регулирования соотношения газ-воздух

В процессе функционирования измельчительных переделов участка измельчения ФПО АО «ССГПО» поддерживается заданное технологами соотношение расходов газа и воздуха, подаваемых в подтопок мельниц. Структура регулирования данного соотношения представлена на рисунке 20.

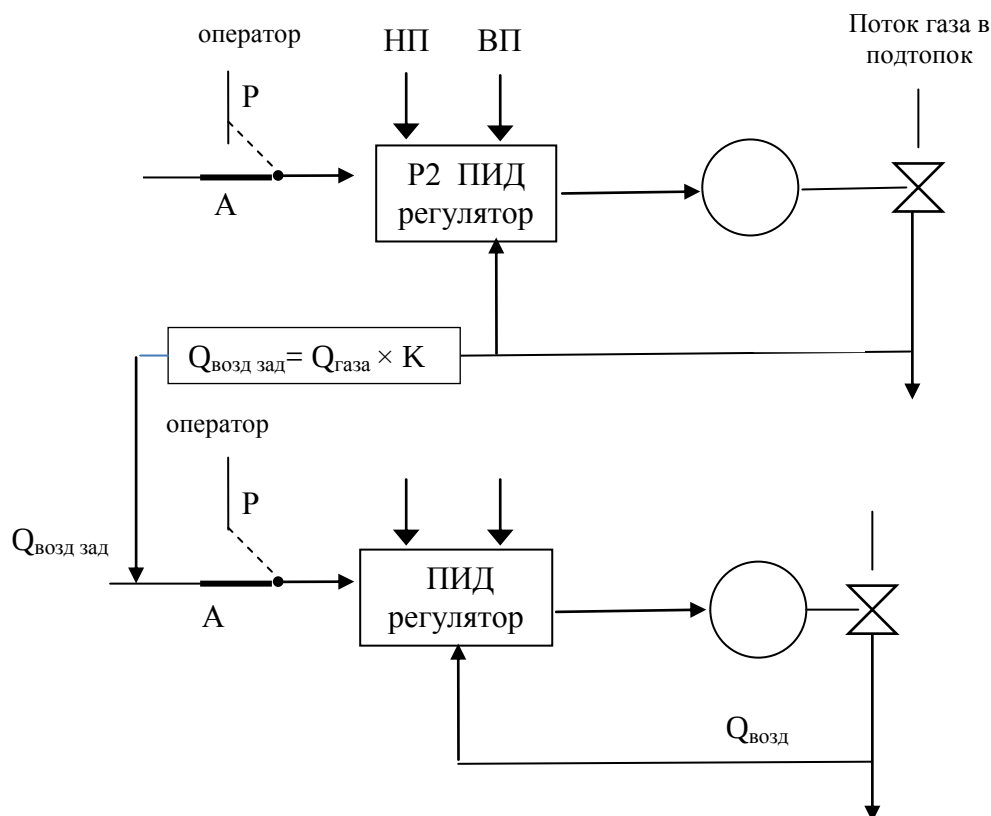


Рисунок 20 - Структура регулирования соотношения газ – воздух

Величина заданного технологами соотношения газ-воздух определяется коэффициентом К в выражении расчета задания на расход воздуха, поступающего в подтопок мельницы исходя из фактической величины расхода газа, поступающего на горение.

$$Q_{\text{возд зад}} = Q_{\text{газа}} \times K$$

На приведенных структурных схемах, для облегчения оценки возможности использования существующих средств автоматизации, на выходе регуляторов, в скобках, проставлены позиции исполнительных механизмов существующих функциональных схем автоматизации.

7. Контур регулирования загрузкой мельницы

Управление загрузкой мельницы осуществляется с помощью дозатора мельницы. Структурная схема регулирования загрузкой мельницы представлена на рисунке 21.

Задание на переработку и значение её фактической загрузки поступают на вход регулятора Р6. ПИД регулятор, с учетом настроек, в соответствии с разницей между заданием на переработку и фактическим значением данной переменной определяет величину управляющего воздействия, которое в режиме автоматической работы контура регулирования

подается на вход дозатора. Изменение скорости дозатора приводит к изменению загрузки мельницы, соответствующему величине отклонения заданной переработки от фактической.

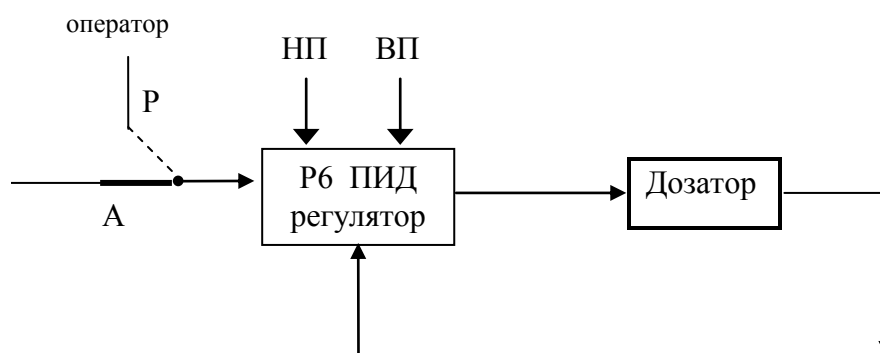


Рисунок 21 - Структура регулирования загрузкой мельницы

8. *Контур регулирования сопротивления мельницы*

Величина сопротивления (разность разрежений после и перед мельницей) участка измельчения ФПО является важным технологическим параметром, определяющим производительность и качественные характеристики технологических процессов измельчения. Практика функционирования ФПО АО «ССГПО» показывает, что в штатном технологическом режиме работы мельниц участка измельчения, регулирование перепада разрежений (сопротивление) мельниц осуществляется с помощью изменения загрузки мельниц. Структура регулирования сопротивления мельницы представлена на рисунке 22.

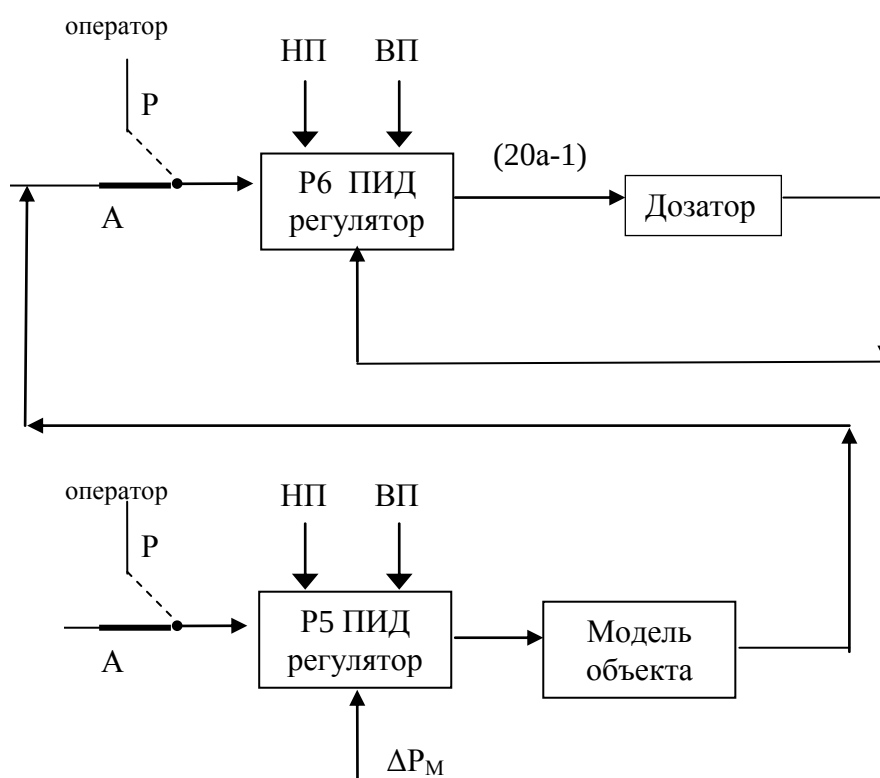


Рисунок 22 - Структура регулирования сопротивления мельницы

9. Контур регулирования температуры в подтопке мельниц

Процедура регулирования температуры в подтопке мельницы осуществляется с помощью изменения расхода газа, поступающего в топку мельницы.

При регулировании температуры в подтопке мельницы, взаимодействие контуров регулирования расходом газа в подтопок и регулирования температуры в подтопок мельницы составляют структуру, представленную на рисунке 23.

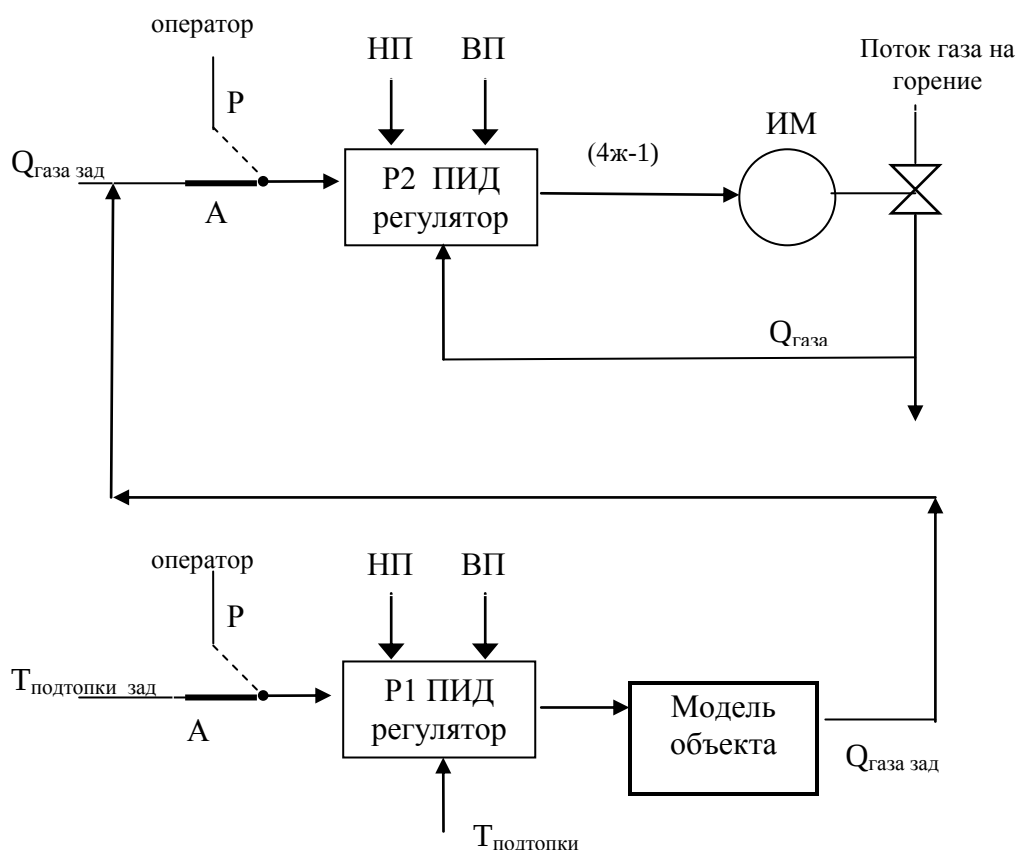


Рисунок 23 - Структура регулирования температуры в подтопке мельниц

Заданное значение температуры в подтопке мельницы, в зависимости от положения переключателя может определяться либо оператором, либо системой. В зависимости от разницы фактического $T_{\text{подтопки}}$ и заданного $T_{\text{подтопки зад}}$ значений температуры в подтопке мельницы, ПИД регулятор, с учетом настроек регулятора, определяет величину управляющего воздействия, которое позволит стабилизировать вышеупомянутую $T_{\text{подтопки}}$ на уровне заданного значения, за счет изменения расхода газа в подтопок мельницы.

10. Контур регулирования разрежения в подтопке мельниц

Процесс регулирования разрежения в подтопке мельниц происходит за счет изменения расхода воздуха, поступающего в подтопок с выхода вентилятора.

Заданное значение разрежения в подтопке мельницы, в зависимости от положения переключателя может определяться либо оператором, либо системой. В зависимости от

разницы фактического $P_{\text{подтопки}}$ и заданного $P_{\text{подтопки зад}}$ значений разрежения в подтопке мельницы, ПИД регулятор, с учетом его настроек определяет величину управляющего воздействия, которое позволит стабилизировать разрежение $P_{\text{подтопки}}$ на уровне заданного значения, за счет изменения расхода воздуха в подтопок мельницы (рисунок 24)..

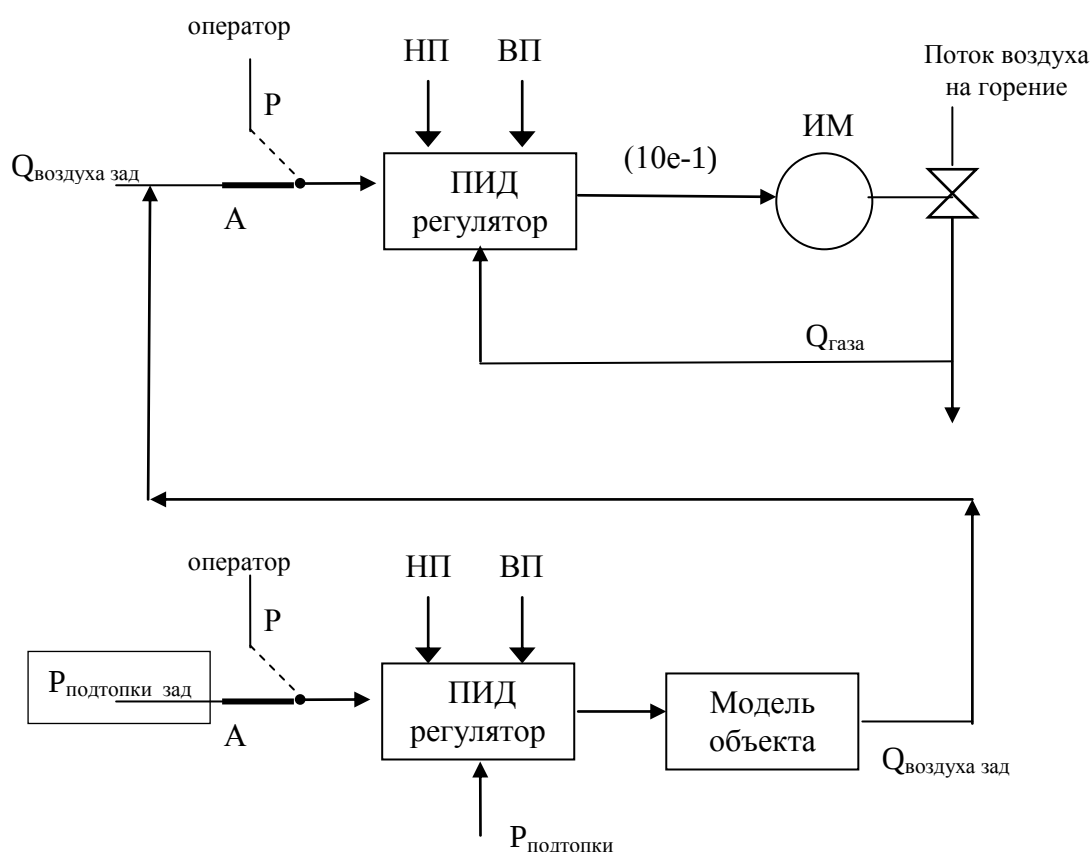


Рисунок 24 - Структура регулирования разрежения в подтопке мельниц

Перечень переменных контроля регулирования для одной мельницы, используемых в вышеописанных структурах регуляторов, приведен в Приложение 4.

Подробная информация о структуре и параметрах контуров управления приведена в документах на информационное и математическое обеспечение. Аппаратная реализация контуров управления описана в документах на техническое обеспечение АСУТП «Измельчение».

7.3.5 Алгоритмы управления ПТС

7.3.5.1 Исходные условия для принятия проектных решений по управлению ПТС

Алгоритмы управления агрегатами и установками ПТС определяют перечень, порядок и временную диаграмму проверок условий пуска и останова каждой единицы оборудования технологической схемы в штатных и аварийных ситуациях, а также

процедуру инициации пуска или останова этого оборудования для различных режимов контроля и управления.

Необходимость реализации режима автоматического запуска и останова выбранной группы оборудования определено требованиями технического задания.

Проектные решения по алгоритмам управления ПТС разработаны с учетом следующих исходных условий:

1. В АСУТП все агрегаты разбиты на три класса.

- агрегаты, запускаемые технологическим персоналом с ПМУ, для которых в систему через УСО контроллера поступают сигналы о их включении и выключении
- агрегаты, запускаемые технологическим персоналом с ПМУ, для которых в АСУТП поступает информация о их включении, выключении и электропотреблении, через посредство устройств управления и защиты Simocode.
- Агрегаты, полностью контролируемые и управляемые от АСУТП при помощи устройств Simocode

2. В АСУТП должны быть реализованы два режима управления для каждой единицы оборудования - местный и автоматический. Местный режим – это управление с ПМУ вблизи оборудования. Автоматический – это режим управления от оператора АСУТП. В этом режиме технологические агрегаты запускаются группами. Число групп и их состав соответствуют таблице 7.1 далее по тексту.

3. Пуск/останов технологического оборудования, с использованием устройств защиты электропривода Simocode, должен контролироваться АСУТП как в автоматическом, так и в местном режимах, а управляться, с учетом регламентированных блокировок только в автоматическом режиме, причем останов выполняется в обратном порядке пуска. Таблица взаимных блокировок работы агрегатов приведена в Таблице 7.2.

4. АСУТП не должна нарушать функциональность существующей системы управления ПТС, реализованной на релейно-контактной логике, за исключением управления предпусковой сигнализацией. Предпусковая сигнализация запускается контроллером после завершения проверки готовности группы к запуску

Таблица 7.1 - Группы – Участки ПТС

Группы ПТС	Участок
	Последовательность включения участка 
	Последовательность выключения участка 
	<i>Сухая добавка</i>
1	45-43-41(пит-1,3)-53(пит-5,7)
2	49 ^B - III извести-49 ^B - 49,48-46,47
3	МВ №3, МВ№4, МВ№5, МВ№6, МВ№7, МВ№8.
4	Дозаторы №3

8	Дозаторы №4
6	Дозаторы №5
7	Дозаторы №6
8	Дозаторы №7
9	Дозаторы №8
	<i>Глина</i>
10	45-44 ^А -44-42(пит-2,4)-54(пит-6)
11	40-III №1-39-III№2-МВ№1 (для м-цы №1)
	40-III №1-39-питатель №2-МВ№2 (для м-цы №2)
12	Дозатор №1,
13	Дозатор №2
	<i>Концентрат</i>
14	84 ^А -84
15	84 ^В -7 ^А

Таблица 7.2 - Взаимные блокировочные связи агрегатов ПТС

№ п.п		Агрегат	№ сбл. агр				№ п.п	Агрегат	№ сбл. агр		
1		Конвейер 53	1	7	12		55	Конвейер 45	55		
2		Конвейер 54	1	8	17		56	АТУ 5			
3		Питатель 5	1				57	Конвейер 44	57	57	60
4		Питатель 6	2				58	Конвейер 44А			
5		Питатель 7					60	АТУ 10			
6		Питатель 8					61	Конвейер 3Б	40		
7		АТУ 1					62	Конвейер 1	62		
8		АТУ 2					63	Конвейер 3А	52		
9		АТУ 6					64	Конвейер 2	64		
10		АТУ 11					65	ВВД м-цы 1			
11		АТУ 12					66	М/насос 1-1			
12		Конвейер 41	12				67	М/насос 1-2			
13		АТУ 3					68	Дозатор 1			
14		Питатель 1	12				69	ВВД м-цы 2			
15		Питатель 3	12				70	М/насос 2-1			
16		Насос 11					71	М/насос 2-2			
17		Конвейер 42	17				72	Дозатор 2			
18		АТУ 22					73	М/насос 3-1			
19		Питатель 2					74	М/насос 3-2			
20		Питатель 4	17				75	Дозатор 3			
21		АТУ 4					76	М/насос 4-1			
22		Насос 12					77	М/насос 4-2			
23		Конвейер 48					78	Дозатор 4			
24		АТУ 7	27				79	Насос 17			
25		АТУ 8					80	Насос 18			
26		АТУ 9					81	Насос 19			
27		АТУ 23					82	ВВД м-цы 4			
28		АТУ 28					83	ВВД м-цы 5			
29		АТУ 29					84	М/насос 5-1			
30		Конвейер 5	30				85	М/насос 5-2			
31		АТУ 27					86	Дозатор 5			

32			Конвейер 6	32				87	М/насос 6-1			
33			Шнек 2	100				88	М/насос 6-2			
34			Шнек бен-та 3	33				89	Дозатор 6			
35			Питатель 2 К 39	31	100			90	М/насос 7-1			
36			АТУ 24					91	М/насос 7-2			
38			Конвейер 49	39	50			92	Дозатор 7			
39			Конвейер 49В	105				93	ВВД м-цы 8			
40			Конвейер 47	39	49			94	М/насос 8-1			
41			Конвейер 46	38	44			95	М/насос 8-2			
42			АТУ 21					96	Дозатор 8			
43			АТУ 32					97	Насос 35			
44			АТУ 13					98	Насос 35			
45			АТУ 31					99	Шнек бент-та I	99		
46			АТУ 16					100	Конвейер 39			
47			АТУ 18					101	Конвейер 40			
48			АТУ 19					103	Конвейер 49Б			
49			АТУ 14					104	АТУ 26			
50			Конвейер 4	50				105	Шнек извести			
51			Конвейер 8	51				106	Конвейер 7А			
52			Конвейер 3	52				107	Конвейер84Б	107		
53			Конвейер 7	53				108	Конвейер84А	108		
54			Конвейер 43	46	54	55		109	Конвейер84	109		

7.3.6 Алгоритмы управления ПТС в автоматическом режиме

1. Алгоритм запуска

Обобщенный алгоритм запуска группы оборудования ПТС приведен на рисунке 25 далее по тексту.

2. Алгоритм Останова

Останов происходит в порядке обратном запуску путем последовательной выдачи команд на размыкание реле OUT2 устройств Simocode, управляющих запуском/остановом агрегатов. То есть останов идет в направлении от агрегата который остановился (аварийно или его остановили директивно по команде с пульта оператора или ПМУ) в направлении к агрегату с которого запускалась группа. Причем, перед каждой последующей командой останова выдерживается пауза, величина которой может настраиваться при наладке АСУТП.

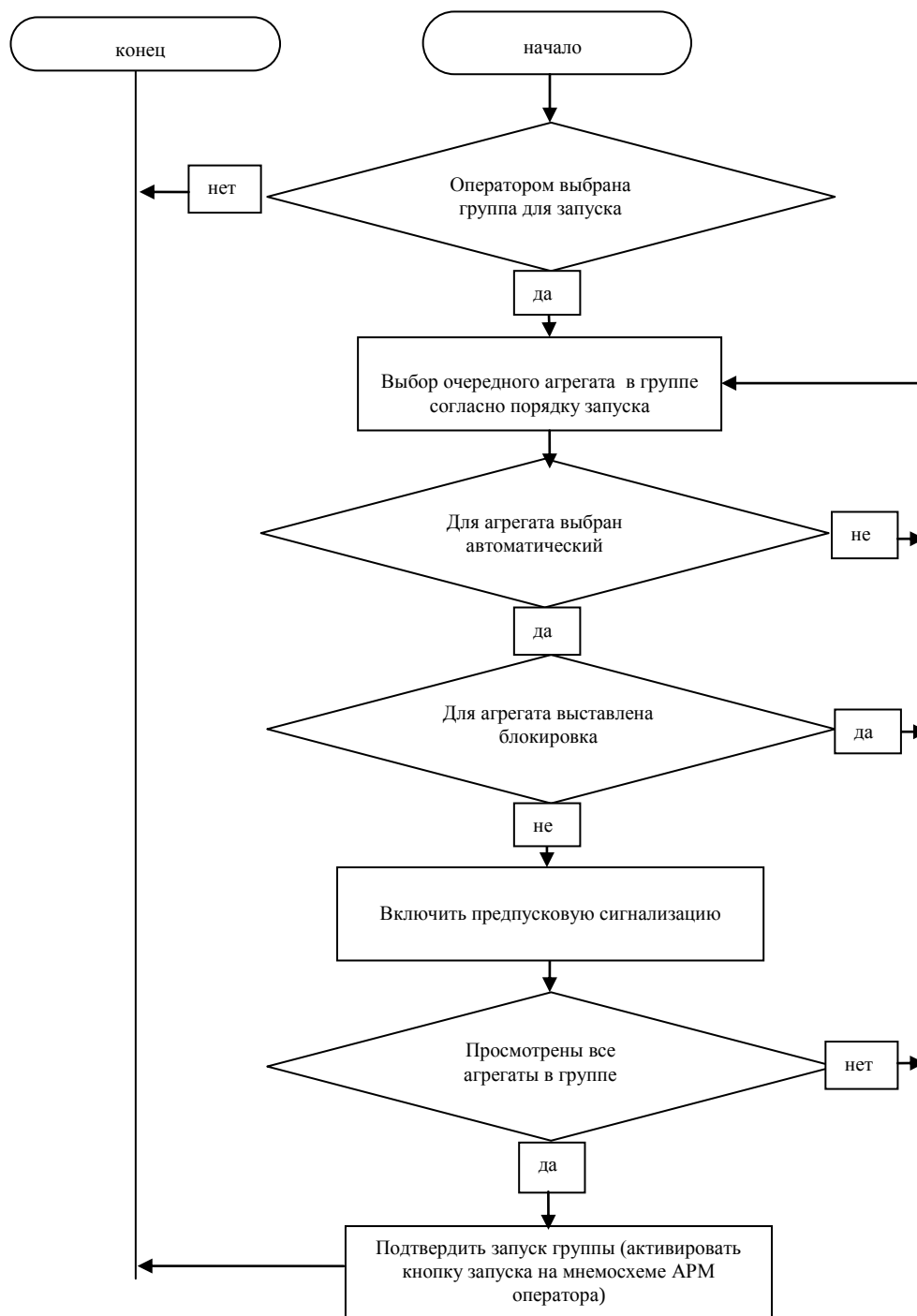


Рисунок 25 - Обобщенная блок-схема проверки готовности к запуску

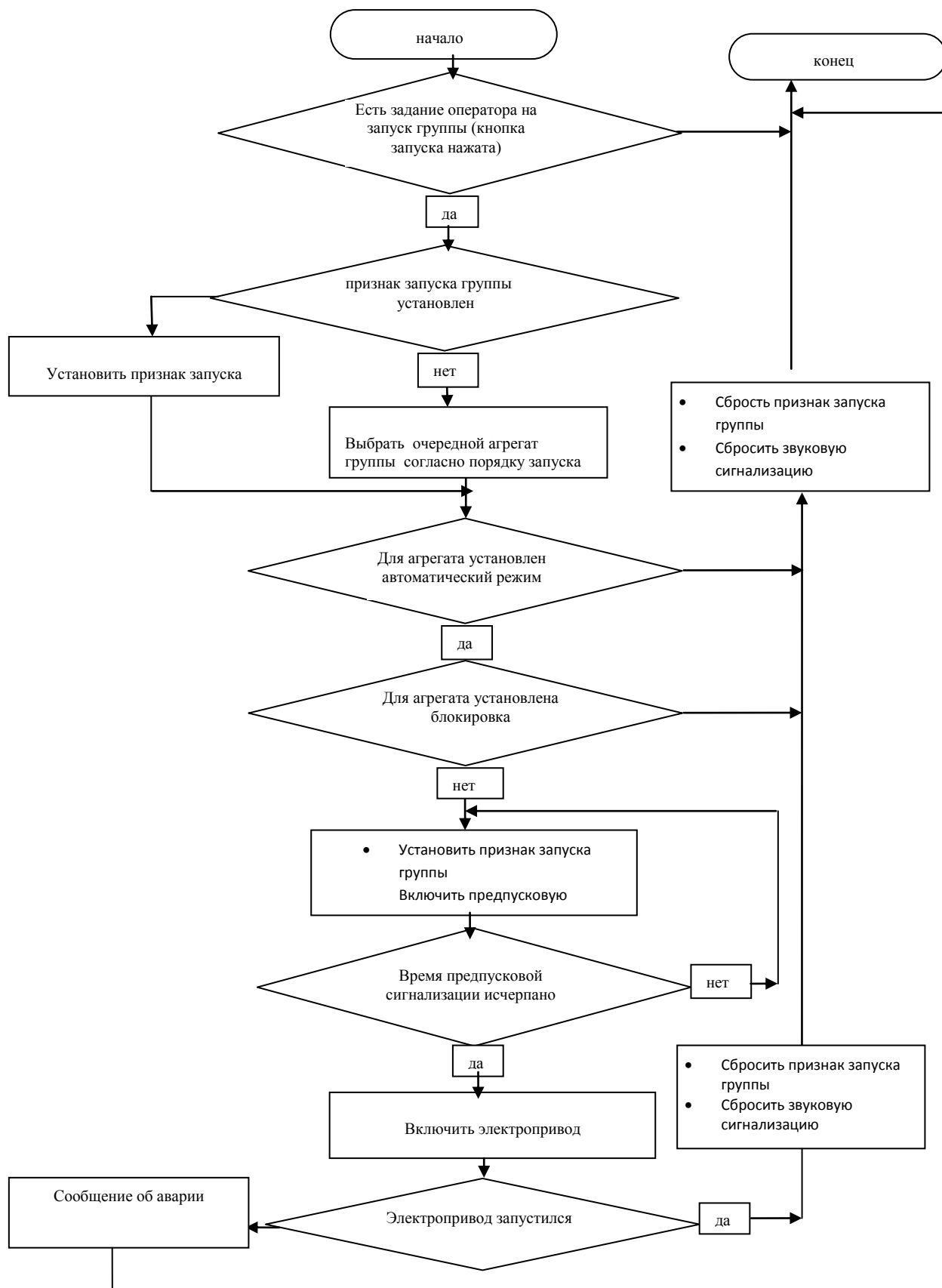


Рисунок 26 - Обобщенная блок-схема запуска агрегата

7.3.7 Алгоритмы и протоколы визуализации

Для решения проблемы интерактивного взаимодействия с системой оперативного персонала АСУТП «Измельчение» в состав математического обеспечения включены спецификации протоколов обмена и функциональные блоки, обеспечивающие мнемосхемное отображение хода технологического процесса, состояния технологического оборудования, визуализацию сводок, рапортов и отчетов для операторов и специалистов использующих АСУТП, а также алгоритмы и процедуры формирования и вывода различной сигнальной, индикационной, алфавитно-цифровой и графической информации на цеховые средства отображения и индикации. Решения по визуализации основываются на упомянутых составляющих математического обеспечения Scada-системы, применяемой для разработки и исполнения задач. В нашем случае – это WinCC. Описание интерфейсов пользователя, спроектированных с учетом таких решений, приведено в разделе «Решения в части организационного обеспечения АСУТП «Измельчение».

8 Решения в части организационного обеспечения проекта

8.1 Состав и особенности принятых решений

Решения в части организационного обеспечения принятые в проекте, регламентируют, численность, состав, уровень компетенции и квалификацию эксплуатационных и сервисных служб, работающих а условиях АСУТП. В частности, численность персонала, обеспечивающего производственный процесс определяется штатным расписанием участка измельчения ЦПО, его технологическая компетенция знанием технологического регламента производства на участке и режимов работы технологических агрегатов и установок. Численность и квалификация персонала обеспечивающего работоспособность программно-аппаратных средств АСУТП регламентируется административно-распорядительными, эксплуатационными нормативными документами сервисного подразделения АО «ССГПО» - ПТУ «Рудоавтоматика» (Данное подразделение занимается обслуживанием средств и систем автоматики на АО «ССГПО»).

Кроме того, проектные решения в этой регламентируют разграничения прав доступа к АСУТП для различных групп пользователей и персонала сопровождения с учетом их должностных обязанностей. При этом предполагается, что каждая группа пользователей должна пройти ЭКСПРЕСС-обучение и получить практические навыки по работе в условиях АСУТП уже на этапе внедрения.. Специалисты сервисной службы, кроме того, знать должны основные конструктивные особенности системной программно-аппаратной платформы АСУТП по соответствующим руководствам фирм производителя

И наконец, проектные решения в части организационного обеспечения определяют структуру, состав, графический дизайн и функциональность интерфейсов пользователей для интерактивного взаимодействия с системой автоматизации всех ее пользователей. Полное описание данных решений дается в документе - «Руководство пользователя» (из состава проектной документации на АСУТП).

Краткая информация по этому поводу приведена далее по тексту.

8.2 Решения в части интерфейсов пользователя

В АСУТП «Измельчение» интерфейс пользователя представлен двумя видами графических информационных объектов – это мнемосхемы и вторичные окна Мнемосхема используется для отображения хода протекания технологического процесса и состояния агрегатов в цепи аппаратов на выбранном участке в режиме реального времени. Обобщенная структура мнемосхемы принятая в АСУТП «Измельчение» приведена на рисунке 27.

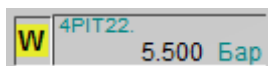
Пользовательский графический интерфейс для управления процессом посредством OS-станции состоит из следующих четырех сегментов:

1. Область аварийных сообщений
2. Главное меню
3. Окно процесса
4. Панель функциональных кнопок

Вид пользовательских интерфейсов для управления процессом представлен на рисунках 28 и 29.

Содержание и функциональное назначение всех сегментов мнемосхемы , кроме окна процесса традиционное практически для всех систем реализуемых средствами Scada WinCC.

Специфика объекта управления отображается в окне процесса. Здесь состояние технологических установок отображается цветом, а характеристика технологического процесса величиной параметра в конкретной точке с указанием выхода его значения за контрольные границы. Изображение окна параметра на мнемосхеме имеет вид:



В данном случае W – это тип информации о параметре. Возможны следующие обозначения типов информации в окне параметр: А – «Тревога», W – «Предупреждение», S – «Неисправность», О – «Напоминание оператору».

В АСУТП «Измельчение» кроме мнемосхемного отображения характеристик технологического процесса и состояния технологических агрегатов, в состав интерфейсов пользователя входят «вторичные окна», которые являются инструментом интерактивного взаимодействия пользователя с системой. С помощью этого инструмента оператор управляет режимом пуска/останова и схемой блокировок работы технологических агрегатов, режимами регулирования и характеристиками регуляторов, работает с технологическими параметрами и т.п.

Проектными решениями предусмотрены «вторичные окна» для управления следующими типами технологических агрегатов

1. Конвейер
2. Вентилятор
3. Дозатор
4. Шибер

Кроме того предусмотрены вторичные окна, которые обеспечивают настройку вида обработки сигналов измерений и регулирования технологическим процессом. В АСУТП такие окна разработаны для следующих средств контроля и регулирования именно:

1. Задвижка, управляемая с помощью дискретных сигналов (окно задвижка)
2. Измерительный прибор (окно параметр)
3. Регулятор непрерывного действия (окно н-регулятор) Шаговый регулятор (окно ш-регулятор)

Примеры визуализаций вторичных окон в АСУТП «Измельчение » приведены ниже в таблицах .8.1 и 8.2.. Полный состав вторичных окон приводится в разделе проекта «Организационное обеспечение» в документе «Руководство пользователя».

Для каждого объекта на кадрах предусмотрено окно, в котором отображается название объекта, позиционный номер на функциональной схеме автоматизации, тип оповещения содержит состояния сообщений, связанных с объектом. текущее состояние сообщений в мигающем режиме:

Область аварийных сообщений

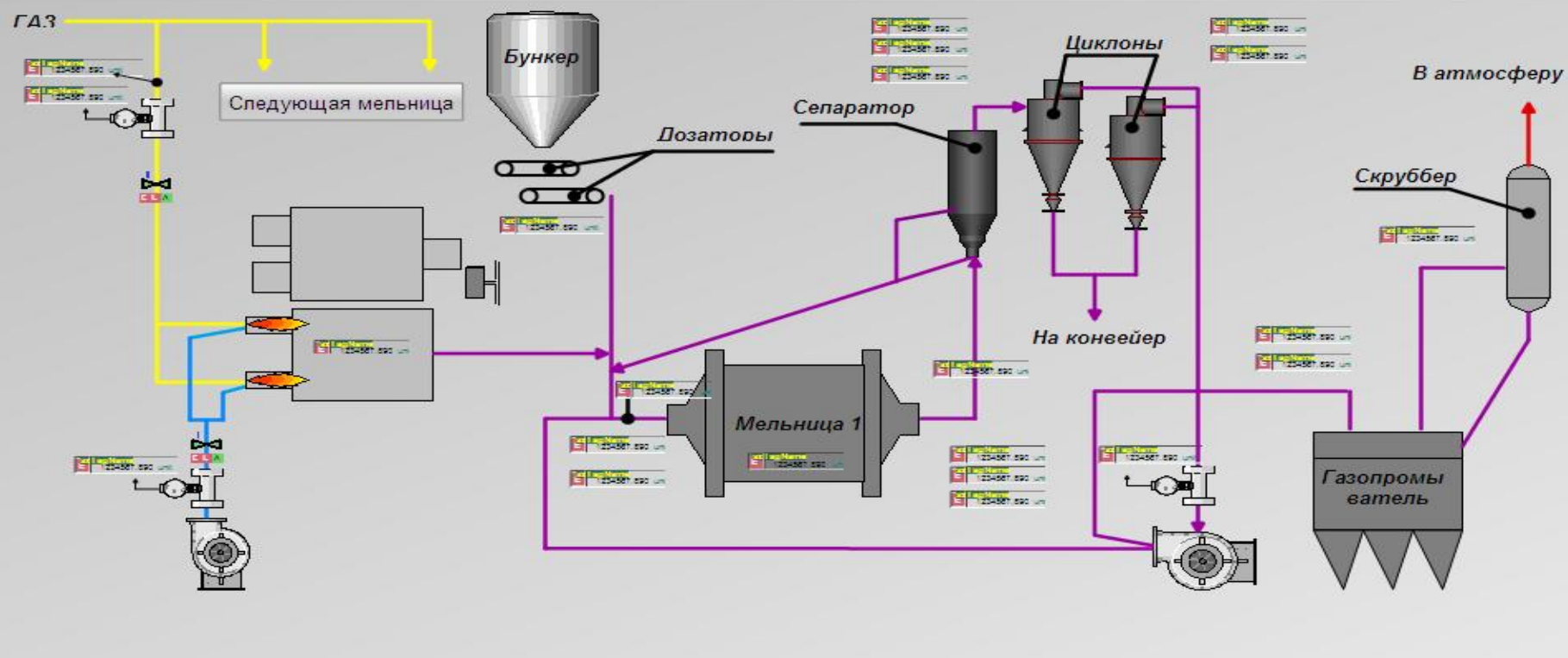
ТЕКУЩАЯ МНЕМОСХЕМА

Функциональные
кнопки

Рисунок 27 – Структура интерфейса пользователя

Область аварийных сообщений

МНЕМОСХЕМА



Функциональные
кнопки

Рисунок 28 - Мнемосхема «Измельчение»

Область аварийных сообщений

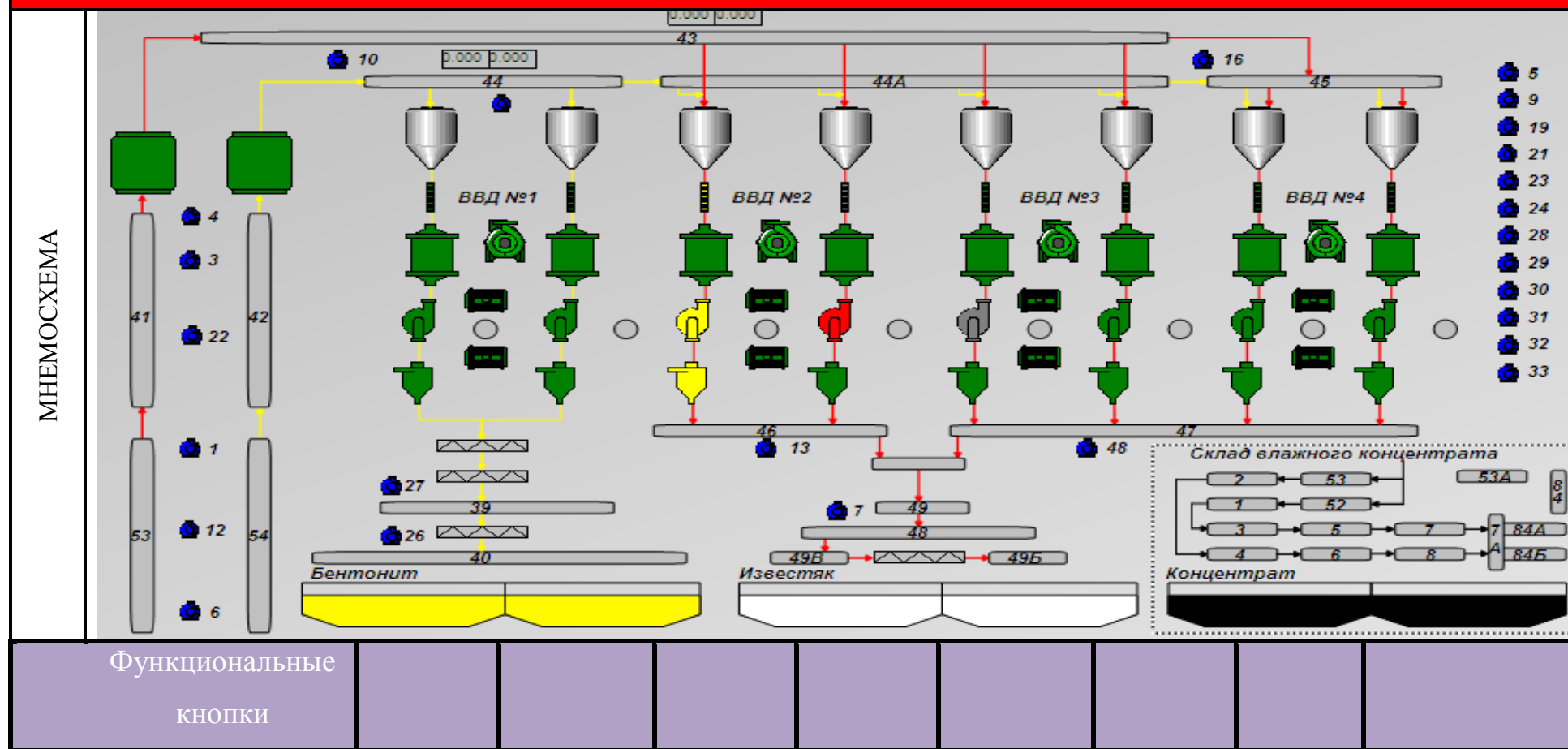
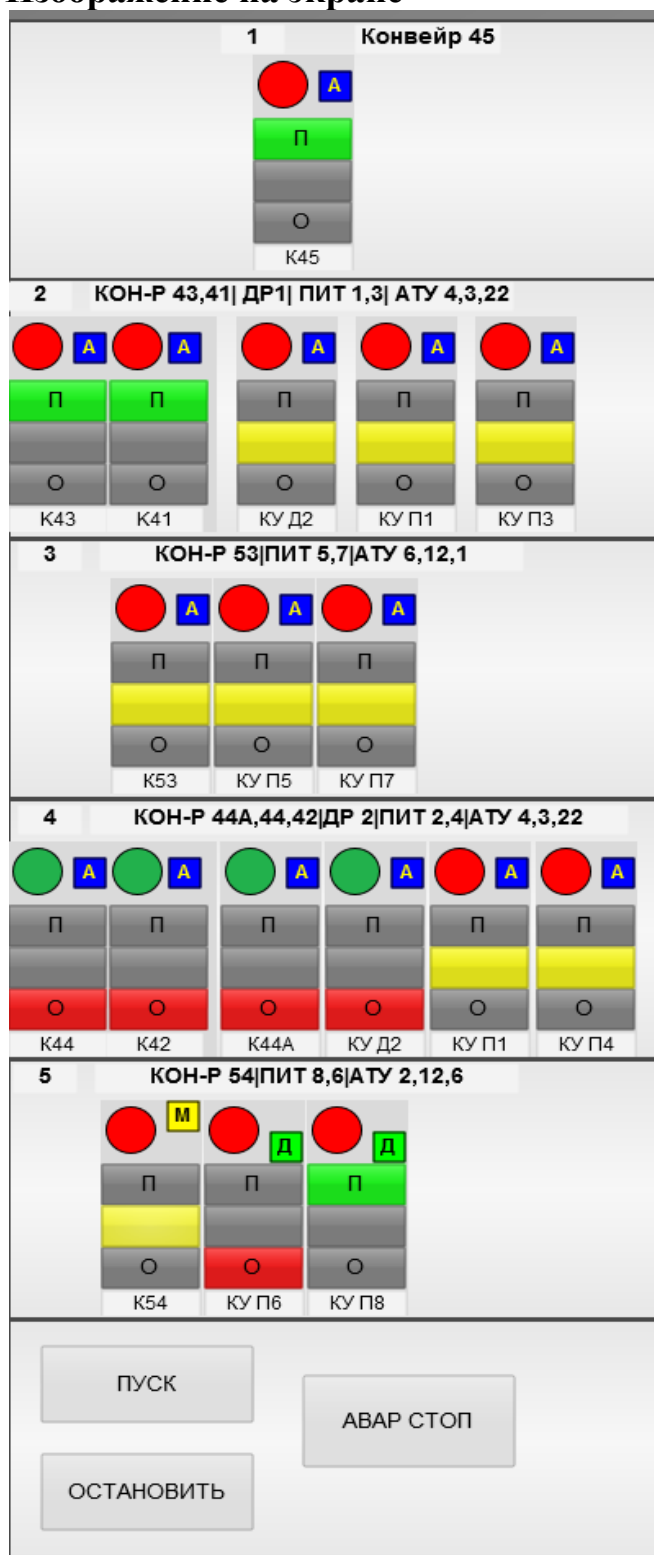


Рисунок 29 - Мнемосхема ППС

Таблица 8.1 – Примеры визуализации вторичных окон АСУТП

Изображение на экране



Комментарий

А-режим автомат выбран в ПСУ
Красный индикатор круглый – состояние К45 не запущен
Оператор выбрал П - Пуск
Если теперь Оператор нажмет кнопку ПУСК внизу, то К45 запустится

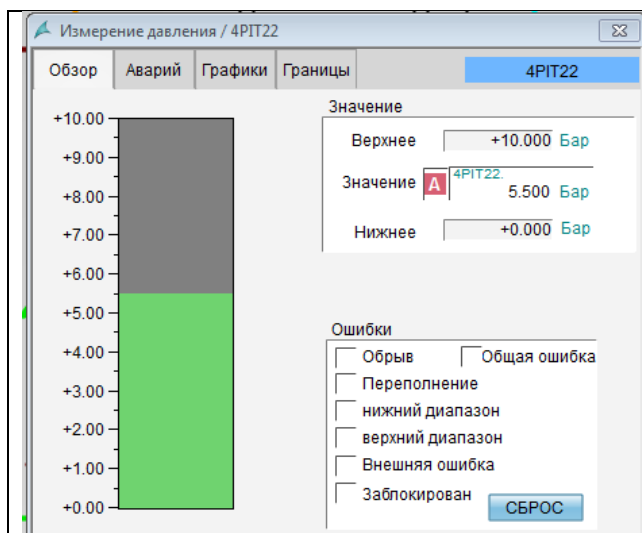
Здесь К43 и 41 в Автомате и Оператор выбрал их на Пуск. Остальные в нейтральном положении.

Здесь все в нейтральном положении

В автомате К44,42,44А Д2 и запущены П1 и П4 не запущены.
В автомате К44 и 42 запускаются одновременно и выбираются одновременно на ПУСК или ОСТАНОВ.

Здесь К54 в Местном и остановлен Питатель П6 дистанционным режиме и оператор отключает, нажав ОСТАНОВИТЬ либо запускает питатель П8 выбран для пуска в режиме Дистанц и кнопкой ПУСК пускает Оператор

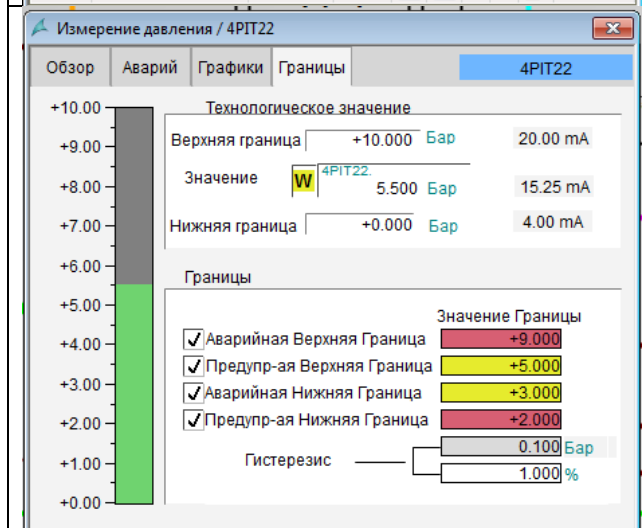
ПУСК – пускает все выбранные объект в Автомате или Дистанц
ОСТАНОВИТЬ – останавливает все выбранные объекты в Автомате или Дистанц.
АВАР СТОП останавливает все объекты данной линий.



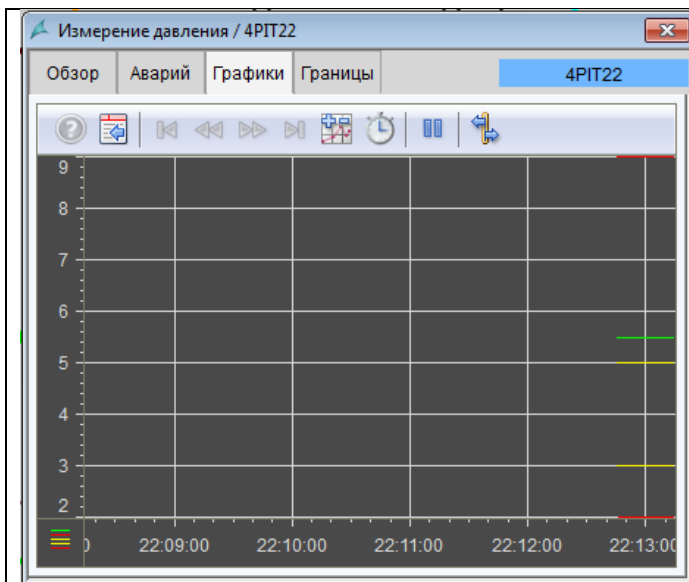
Отображение величины параметра

	Дата	Время	Сообщение
1	17/11/19	22:08:09.663	Ниже нижней аварийной границы
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Сообщения в журнале тревог и нарушений



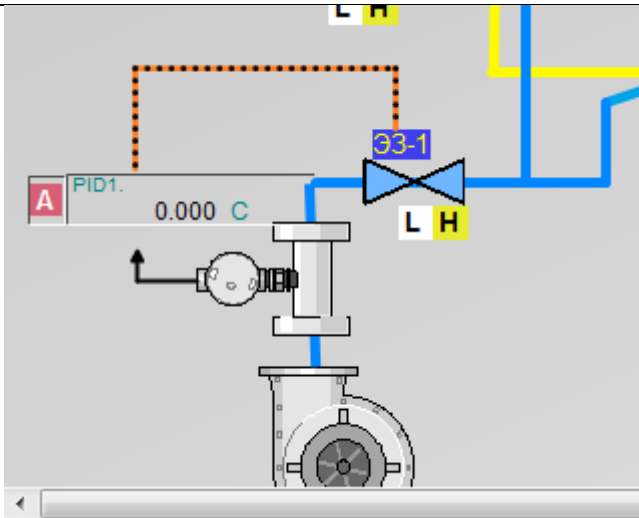
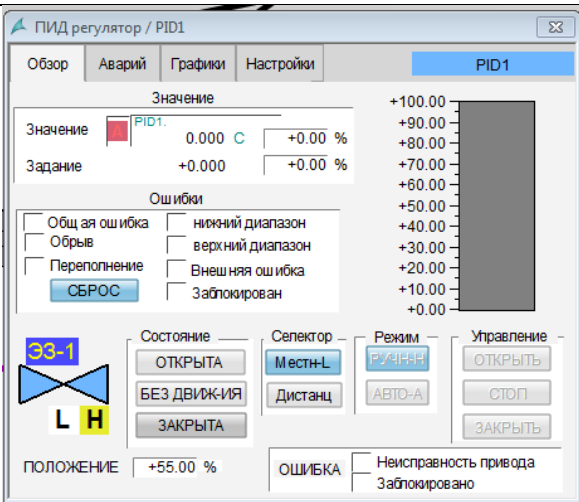
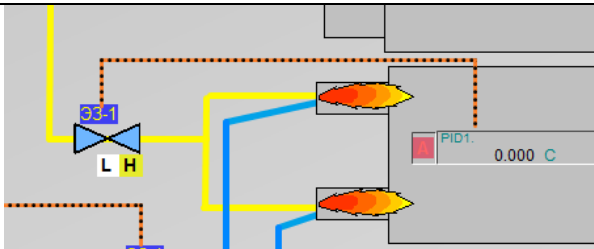
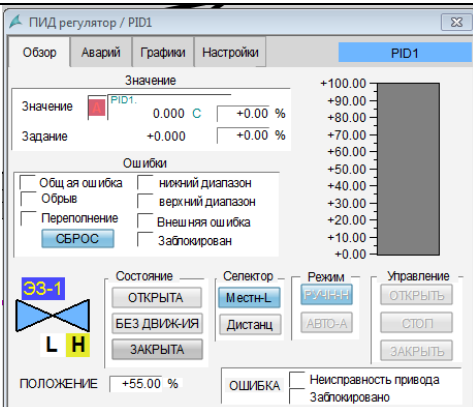
Окно настройки обработки и вида отображения параметра

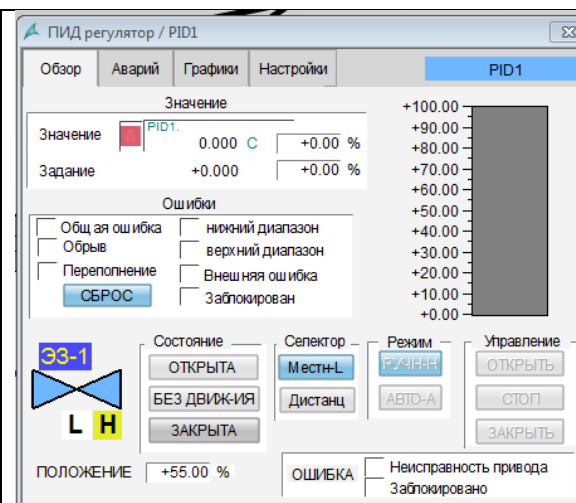
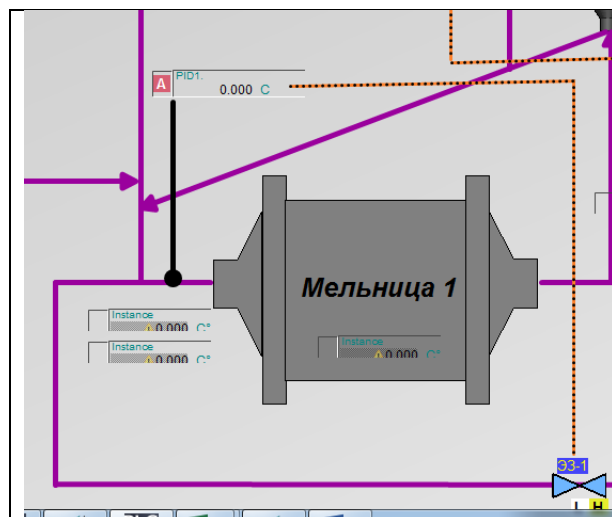


Окно отображения изменений параметра во времени

W 4PIT22. 5.500 Бар

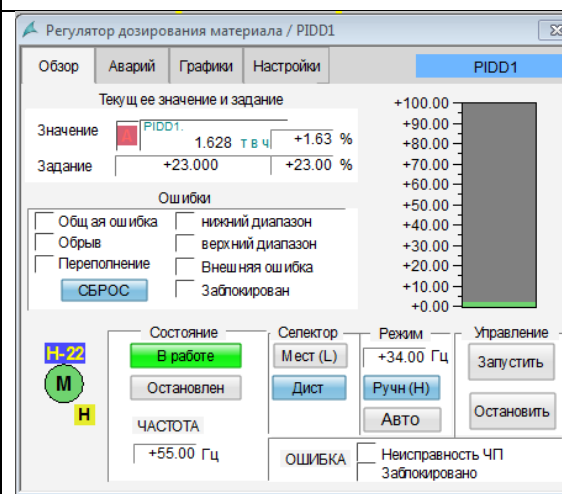
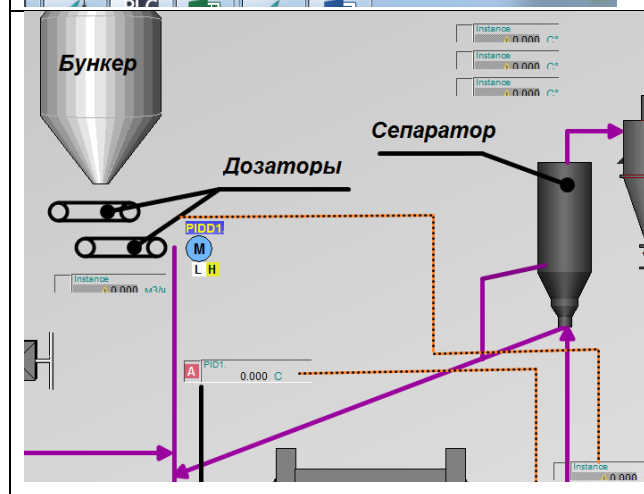
Таблица 8.2 – Интерфейсы отображения и настройки контуров регулирования

		<table><tr><td rowspan="11">автоматическое регулирование</td><td>Положение ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Открыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Закрыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Открыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Закрыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Автомат-Ручной</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Расход</td><td>на входе подтопки</td><td>Газ</td></tr><tr><td>Расход</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Температура</td><td>в подтопке</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Температура</td><td>в подтопке</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Задание</td><td>в подтопке</td><td>Воздух</td></tr></table> Регулятор CONT_S	автоматическое регулирование	Положение ИМ	на входе подтопки	Газ	Открыть ИМ	на входе подтопки	Газ	Закрыть ИМ	на входе подтопки	Газ	Открыть ИМ	на входе подтопки	Газ	Закрыть ИМ	на входе подтопки	Газ	Автомат-Ручной	на входе подтопки	Газ	Расход	на входе подтопки	Газ	Расход	на входе подтопки	Воздух	Температура	в подтопке	Воздух	Температура	в подтопке	Воздух	Задание	в подтопке	Воздух
автоматическое регулирование	Положение ИМ	на входе подтопки		Газ																																
	Открыть ИМ	на входе подтопки		Газ																																
	Закрыть ИМ	на входе подтопки		Газ																																
	Открыть ИМ	на входе подтопки		Газ																																
	Закрыть ИМ	на входе подтопки		Газ																																
	Автомат-Ручной	на входе подтопки		Газ																																
	Расход	на входе подтопки		Газ																																
	Расход	на входе подтопки		Воздух																																
	Температура	в подтопке		Воздух																																
	Температура	в подтопке		Воздух																																
	Задание	в подтопке	Воздух																																	
		<table><tr><td rowspan="7">дистанционное управление</td><td>Задание</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Положение ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Открыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Закрыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Открыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Закрыть ИМ</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr><tr><td>Автомат-Ручной</td><td>на входе подтопки</td><td>Воздух</td></tr></table> Регулятор CONT_S	дистанционное управление	Задание			Положение ИМ	на входе подтопки	Воздух	Открыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	Закрыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	Открыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	Закрыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	Автомат-Ручной	на входе подтопки	Воздух												
дистанционное управление	Задание																																			
	Положение ИМ	на входе подтопки		Воздух																																
	Открыть ИМ	на входе подтопки		Воздух																																
	Закрыть ИМ	на входе подтопки		Воздух																																
	Открыть ИМ	на входе подтопки		Воздух																																
	Закрыть ИМ	на входе подтопки		Воздух																																
	Автомат-Ручной	на входе подтопки	Воздух																																	



Регулятор
CONT_S
Вопрос:

автоматическое регулирование	на входе мельницы	исход.
Положение ИМ	рециркуляция	Воздух
Открыть ИМ	рециркуляция	Воздух
Закрыть ИМ	рециркуляция	Воздух
Открыть ИМ	рециркуляция	Воздух
Закрыть ИМ	рециркуляция	Воздух
Автомат-Ручной	рециркуляция	Воздух
Разряжение	на входе мельницы	Воздух
Задание		



CONT_C

автоматическое регулирование	на входе мельницы	исход.
Перепад давления	сопротивление мельницы	Воздух
Перепад давления	сопротивление мельницы	Воздух
Задание	зельница задание	
Вес	вес дозатора 1-N	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
Скорость загрузки	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
ОС Скорость загрузки	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
Включить-Отключить	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
Неисправность	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
В работе-Остановлен	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8
Автомат-Ручной	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8

8.3 Решения по программно-информационному взаимодействию и диагностике

Для промышленных систем автоматизации, наряду с требованием повышенной надежности работы в жестких промышленных условиях, характерны требования гибкости построения, простоты интеграции и соответствие промышленным стандартам. В этой связи предъявляются требования к регламенту информационного взаимодействия компонентов АСУТП как между собой, так и с компонентами внешних по отношению к ней систем автоматизации

Вся информация, циркулирующая в АСУТП «Измельчение» структурирована и хранится в информационных блоках контроллеров и базах данных рабочих станций.

В основу проектных решений по информационному взаимодействию задач и подсистем АСУТП «Измельчение», положен фирменный сервис интегрированной среды разработки и исполнения приложений - TIA-portal, базирующейся на современных технологиях связывания и интеграции приложений, унифицированных процедурах и обмена данными, в том числе :OPC, ODBC, AktivX, SQL и прочие. Для организации информационного взаимодействия в АСУТП используется множество интерфейсов и протоколов передачи данных, например Ethernet, , PROFINET и Modbus. Они необходимы для передачи данных между датчиками, контроллерами и исполнительными механизмами (ИМ); для связи нижнего и верхнего уровней АСУ ТП. Протоколы разрабатываются с учетом особенностей производства и технических систем, обеспечивая надежное соединение и высокую точность передачи данных между различными устройствами.

Среда TIA-portal является воплощением концепции комплексной автоматизации и эволюционного развития семейства систем автоматизации Simatic компании Siemens.

В TIA Portal интегрированы следующие программные пакеты:

- Simatic Step 7 - для программирования контроллеров;
- Simatic WinCC - для разработки человеко-машинного интерфейса (от простейших кнопочных панелей до сложных конфигураций уровня SCADA);
- Sinamics StartDrive - для параметрирования, программирования и диагностики приводов Sinamics.
- Simatic PLCSIM - симулятор ПЛК

Это фирменное программное обеспечение включает так же модули, обеспечивающие возможность выполнения диагностических процедур для основных компонентов системной аппаратной платформы, причем, диагностика работоспособности приборов КИПиА производится с использованием собственных внутренних тестов при условии, что для этого имеется необходимый интерфейс доступа к диагностической информации и интерфейс для инициации диагностических процедур. Диагностика работоспособности контроллеров, рабочих станций и сетевого оборудования обеспечивается в пределах функциональных возможностей соответствующего ПО фирм производителей этих аппаратных средств.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень сигналов ввода-вывода АСУТП
«Измельчение»**

№ п.п	Наименование сигнала	На одну линию измельчения			
		AI	AO	DI	DO
1-10	Характеристики процесса измельчения - Давление газа - Расход газа - Расход воздуха на горение - Температура на входе - Температура на выходе - Температура в подтопке - Разрежение перед мельницей - Разрежение в подтопке - Перепад давления (сопротивление мельницы) - Перепад давления газопромывателя	10			
11-34	Управление исполнительными механизмами (ИМ) - ИМ газа открыть - ИМ газа закрыть - ИМ газа положение - Режим работы ИМ газа (ручной, авт) - ИМ газа положение открыто - ИМ газа положение закрыто - ИМ расхода воздуха открыть - ИМ расхода воздуха закрыть - ИМ воздуха положение - Режим работы ИМ воздуха (ручной, авт) - ИМ воздуха положение открыто - ИМ воздуха положение закрыто - ИМ перед вентилятором расхода воздуха открыть - ИМ перед вентилятором расхода воздуха закрыть - ИМ перед вентилятором воздуха положение - Режим работы ИМ перед вентилятором воздуха (ручной, авт) - ИМ перед вентилятором воздуха – открыто - ИМ перед вентилятором воздуха – закрыто - ИМ после вентилятора расхода воздуха открыть	4		12	8

	• ИМ после вентилятора расхода воздуха закрыть • ИМ после вентилятора воздуха положение • Режим работы ИМ после вентилятора воздуха (ручной, авт) • ИМ после вентилятора воздуха – открыто • ИМ после вентилятора воздуха – закрыто				
35-38	Управление дозатором линии измельчения • Скорость дозатора • Забивка течи	1	1	1	
38-41	Состояние оборудования: мельницы, вентилятора, дозатора			3	
43-45	Разрежение после сепаратора и после циклонов	2			
46-52	Температура подшипников двигателя и мельницы	6			
53-55	Температура подшипников мельничного вентилятора	2			
56	Давление масла в протоке на подшипники	1			
57-59	Токи двигателей мельницы, вентилятора, вентилятора на горение	3			
	АГБ				
60-63	Наличие пламени			2	1
64-65	Давление газа	1			1
66-67	Давление воздуха	1			1
68-69	Разрежение в подтопке	1			1
70-71	Наличие питания			1	1
72-74	Сигнализация				2
	Итого на одну линию	33	1	18	15
	Итого на 8 линий	264	8	144	120
	Общецеховые параметры				
	Расход дробленого глина на измельчение	1			
	Расход дробленого «сухая» добавка на измельчение	1			
	Расход ЖРК по конвейеру №3	1			
	Расход ЖРК по конвейеру №4	1			
	Расход воды на газопромыватели	1			
	Расход газа на участок измельчения	1			
	Температура газа на участок измельчения	1			
	Давление газа на участок измельчения	1			
	Контроль работы насосов 17,16,19,35,36,868,7,6,			8	
	Давление воды в магистрали	1			
	Управление конвейерами поточно – транспортной системы				

	• Ток двигателя привода конвейера • Сигнализация Пуск/Останов • Сигнализация М/Д • Сигнализация проскальзывание конвейера • Управление Пуск/Останов • Режим М/Д	49		49 49 49	49 49
	Итого всех сигналов ввода-вывода в АСУТП	827			

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Характеристика задач АСУТП

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
1. Контроль состояния объекта управления					
1.1 Опрос датчиков аналоговой информации, первичная обработка (линеаризация, перевод в технологическую размерность, контроль достоверности, фильтрация помех, сглаживание), занесение текущих значений в БД и хранение данных.	Сигналы с измерительных каналов (датчик, преобразователь по технологическим переменным, а также положение регулирующих органов (РО) исполнительных механизмов (ИМ)).	Текущее значение переменных (достоверные и сглаженные) в базе данных, с указанием времени опроса.	Задача включает выборку адреса и опрос канала,; каждый канал датчика опрашивается многократно с запоминанием среднего значения после отбрасывания выбегов, это кодовое значение линеаризуется (при необходимости), переводится в технологическую размерность, проверяется на достоверность и сглаживается; полученные текущие значения переменных хранятся в течение часа.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО, предусмотрена различная дискретность опроса по каналам измерения контролируемых и регулируемых переменных.	
1.2. Опрос (или инициативный ввод сигнала) датчиков дискретной информации - позиционных (или "сухой" контакт) сигналов.	Сигналы датчиков (позиционных: 0 или 1) о состоянии оборудования работает – не работает, наличие потока, крайние положения РО ИМ, переход пороговых значений.	Текущие значения кодов состояния оборудования, сигнализаторов, положений ИМ, в базе данных с указанием времени опроса.	Задача заключается в опросе "входных слов" состояния дискретной информации и занесение кодового значения состояния в базу данных.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО, предусмотрена различная дискретность опроса каналов.	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
2. Контроль отклонений от заданного режима, расчет ТЭП, представление информации технологическому персоналу					
2.1 Обработка данных, с выявлением отклонений от заданных значений и изменений состояния, а также получением агрегированных (усредненных или интегрированных на интервалах) значений,	Текущие значения переменных и состояния оборудования и сигнализаторов.	"Флаги" для отклонений переменных и изменения состояния (для задач оперативного представления информации и регулирования), агрегированные значения в БД.	Задача включает определение отклонений переменных за технологические границы и оценку изменения состояния с выставлением соответствующих "флагов" для задач оперативного представления информации и регулирования переменных. Расчет усредненных значений осуществляется на различных интервалах. Интегрирование ведется по расходным переменным.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО.	
2.2 Расчет технико-экономических показателей (ТЭП) на различных временных интервалах.	Значения переменных в распределенной БД.	Значения ТЭП в БД.	Задача включает расчеты ТЭП: на различных временных интервалах календарный час (и с начала часа); смена (с начала смены) и др.	Должна быть обеспечена работоспособность КТС и ПО.	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
			(с начала суток) по часовым агрегированным данным; за месяц (с начала месяца) по суточным данным.		
2.3 Представление текущих, обработанных данных и ТЭП технологическому персоналу.	Значения текущих переменных процессов, состояния оборудования и датчиков сигнализаторов, обработанных данных и ТЭП в БД.	Общая для комплекса Измельчение и фрагменты мнемосхем, графики, таблицы, сообщения, цветовая и звуковая сигнализация.	Задача включает вывод на экраны мониторов технологического персонала общей и фрагментов мнемосхем с текущими значениями переменных и состояния оборудования и датчиков-сигнализаторов, со световой и звуковой (при необходимости) сигнализацией отклонений переменных и изменения состояния оборудования, а также представление данных в виде графиков, гистограмм, таблиц и отдельных сообщений (при необходимости).	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО. Состав и содержание форм	
2.4 Вывод на монитор текущих значений переменных и информации о состоянии технологических агрегатов на	Значения текущих переменных процессов, состояния оборудования и датчиков-сигнализаторов, обработанных	Общая для комплекса Измельчение и фрагменты мнемосхем, графики, таблицы, сообщения,	Выводятся мнемосхемы с изображением оборудования, дозаторов и параметрами теплового генератора со значениями переменных и состояний, с подцветкой и звуковой сигнализацией	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО. Цветовая и сигнализация должна иметь несколько уровней(3).	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
мнемосхемы.	данных и ТЭП в БД.	цветовая и звуковая сигнализация.	отклонений и изменения состояния. Переключение мнемосхем с клавиатуры ПК или манипулятора (трекбол, мышь), а также автоматически по нарушению режима.		
2.5 Вывод на монитор текущих значений переменных и информации о состоянии технологических агрегатов, а также обработанных данных в виде графиков.	Значения текущих переменных процессов, состояния оборудования и датчиков-сигнали- заторов, обработанных данных и ТЭП в БД.	Общая для комплекса Сушки и фрагменты мнемосхем, графики, таблицы, сообщения, цветовая и звуковая сигнализация .	Для анализа динамики изменений выводятся графики временных рядов по текущим значениям и обработанным (5 мин., час, смена и т.п.) данным. Для анализа взаимозависимости переменных используются графики вида $y=F(x)$.	Задача реализуется по запросу оператора.	
2.6. Вывод данных в виде отчета на монитор и печать.	Значения текущих переменных процессов, состояния оборудования и датчиков-сигнализа- торов, обработанных данных и ТЭП в БД.	Общая для комплекса Измельчение и фрагменты мнемосхем, графики, таблицы, сообщения, цветовая и звуковая сигнализация	Выводятся таблицы данных и ТЭП установленной формы на экран и печать. Перечень форм уточняется при проектировании	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
3 Управление узлами мельниц измельчения					
3.1 Автоматическое регулирование давления в подтопке	Задание технолога на рабочее значение давления и текущее значение с датчика давления в подтопке. Состояние и положение регулирующей арматуры.	Управляющее воздействие на привод управляющей арматуры	Изменение положения регулирующей арматуры в соответствии с выбранным законом регулирования. Давление изменяется в зависимости от степени открытия регулирующей арматуры	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	
3.2 Автоматическое регулирование температуры теплоносителя в подтопке	Задание технолога на рабочее значение температуры теплоносителя и текущее значение температуры с датчика. Состояние и положение регулирующей арматуры	Управляющее воздействие на привод управляющей арматуры.	Изменение положения регулирующей арматуры в соответствии с выбранным законом регулирования. Изменение температуры происходит в зависимости от степени открытия регулирующей арматуры.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	
3.3 Автоматическое регулирование разрежение перед мельницами	Задание технолога на рабочее значение разрежение перед мельницами и текущее значение разрежения с датчика. Состояние и	Управляющее воздействие на привод управляющей арматуры после рециркуляционно о вентилятора.	Изменение положения регулирующей арматуры в соответствии с выбранным законом регулирования. Изменение величины разрежения происходит в зависимости от степени открытия регулирующей	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
	положение регулирующей арматуры после рециркуляционного вентилятора.		арматуры.		
3.6 Автоматическое регулирование объемного расхода природного газа перед подтопком .	Задание технолога на рабочее значение объемного расхода F3 природного газа перед подтопком и текущее значение расхода газа с датчика. Состояние и положение регулирующей арматуры на газопроводе	Управляющее воздействие на привод управляющей арматуры	Изменение положения регулирующей арматуры в соответствии с выбранным законом регулирования. Изменение расхода природного газа зависит от степени открытия регулирующей арматуры.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	
3.7 Автоматическое регулирование объемного расхода воздуха на горение природного газа после вентилятора.	Задание технолога на рабочее значение объемного расхода воздуха на горение и текущее значение расхода воздуха с датчика. Состояние и положение регулирующей арматуры на	Управляющее воздействие на привод управляющей арматуры.	Изменение положения регулирующей арматуры в соответствии с выбранным законом регулирования. Изменение расхода воздуха на горение зависит от степени открытия регулирующей арматуры.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
	воздухопроводе.				
3.8 Автоматическое регулирование массового расхода исходного материала через весовой дозатор.	Задание технолога на рабочее значение массового расхода влажного материала и текущее соответствующее значение скорости привод дозатора Состояние и расход с весового дозатор.	Управляющее воздействие на привод весового дозатора.	Изменение массового расхода материала в зависимости от частоты вращения электропривода весового дозатора.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС и ПО	
4. Управление ПТС					
4.1. Автоматическое включение участков ПТС	Задание сменного мастера на группы работы оборудования участка по измельчению, приемки концентрата и передачи материалов на загрузку в бункеры окомкования	Управляющее воздействие на Симокod последнего работающего в цепочке конвейера. Отключение - Управляющее воздействие на Симокod первого работающего в цепочке конвейера	Проверяется готовность механизмов группы к включению в автоматическом режиме. Контролируется срабатывание предупредительной сигнализации для каждого механизма. По окончании действия предупредительной сигнализации выдается команда на включение технологически связанных механизмов участка. Контролируются рабочие токи эл.приводов. В случае отклонения рабочего тока любого механизма от	Должна быть обеспечена работоспособность ТС, ПО и ПТС	

№, № п/п, наименование подсистем, комплексов задач и задач	И Н Ф О Р М А Ц И Я		Краткое содержание или характеристика комплексов задач и задач	Требования к реализации комплексов задач и задач	Приме чания
	входная	выходная			
1	2	3	4	5	6
			номинального дальнейшее включение прекращается и выводится аварийное сообщение с указанием механизма и причины		
4.2. Мониторинг срабатывания блокировок	Технологическая карта порядка включения оборудования ПТС в работу	Величина тока в измерительном блоке Симокод для выбранного оборудования ПТС	Контролируются рабочие токи эл.приводов.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС, ПО и ПТС	
4.3. Индивидуальное включение механизмов ПТС	Задание сменного мастера на индивидуальное включение механизмов ПТС	Управляющее воздействие на Симокод на включение выбранного конвейера	Проверяется готовность механизма. Контролируется срабатывание предупредительной сигнализации для выбранного механизма. По окончании действия предупредительной сигнализации выдается команда на включение механизма. Контроль исполнения определяется по рабочему току двигателя.	Должна быть обеспечена работоспособность ТС, ПО и ПТС	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Перечень электроприводов технологических агрегатов под контролем Simocode

Перечень для конвейеров

№ п.п	№ конв	№ ПСУ	№ панели	№ ЩСУ	Мощн дв
1	53	2	2	ЩСУ	40
2	54	2	3	ЩСУ	40
3	Питатель 5	2	8	ЩСУ	5.5
4	Питатель 6	2	8	ЩСУ	5.5
5	Питатель 7	2	3	ЩСУ	5.5
6	Питатель 8	2	2	ЩСУ	5.5
7	АТУ 1	2	8	ЩСУ	10
8	АТУ 2	2	3	ЩСУ	4
9	АТУ 6	2	3	ЩСУ	4
10	АТУ 11	2	4	ЩСУ	10
11	АТУ 12	2	8	ЩСУ	10
12	41	5	2	1ЩСУ-5	28
13	АТУ 3	5	2	1ЩСУ-5	18.5
14	Питатель 1	5	2	1ЩСУ-5	5.5
15	Питатель 3	5	2	1ЩСУ-5	5.5
16	Насос 11	5	3	1ЩСУ-5	40
17	42	5	2	2ЩСУ-5	28
18	АТУ 22	5	2	2ЩСУ-5	18.5
19	Питатель 2	5	2	2ЩСУ-5	5.5
20	Питатель 4	5	2	2ЩСУ-5	5.5
21	АТУ 4	5	3	2ЩСУ-5	75
22	Насос 12	5	4	2ЩСУ-5	40
23	48	11	1	1ЩСУ-11	14
24	АТУ 7	11	1	1ЩСУ-11	7.5
25	АТУ 8	11	1	1ЩСУ-11	7.5
26	АТУ 9	11	1	1ЩСУ-11	7.5
27	АТУ 23	11	6	1ЩСУ-11	7.5
28	АТУ 28	11	6	1ЩСУ-11	7.5
29	АТУ 29	11	6	1ЩСУ-11	18.5
30	5	11	6	1ЩСУ-11	75
31	АТУ 27	11	7	1ЩСУ-11	10
32	6	11	7	1ЩСУ-11	75
33	Шнек 2	11	7	1ЩСУ-11	20
34	Шнек бентонита 3	11	1	2ЩСУ-11	4.5
35	Питатель 2	11	1	2ЩСУ-11	4.5
36	АТУ 24	11	5	2ЩСУ-11	10
37	Шнек клинкера	13	2	1ШСУ-13	4.5
38	49	13	2	1ШСУ-13	14
39	49В	13	3	1ШСУ-13	14
40	47	13	3	1ШСУ-13	14
41	46	13	3	1ШСУ-13	14
42	АТУ 21	13	5	2ШСУ-13	17

43	АТУ 32	13	5	2ШСУ-13	10
44	АТУ 13	13	5	2ШСУ-13	17
45	АТУ 31	13	5	2ШСУ-13	14
46	АТУ 16	13	6	2ШСУ-13	4.5
47	АТУ 18	13	6	2ШСУ-13	2.8
48	АТУ 19	13	6	2ШСУ-13	10
49	АТУ 14	13	6	2ШСУ-13	17
50	4	13	8	3ШСУ-13	40
51	8	13	8	3ШСУ-13	75
52	3	13	12	4ШСУ-13	40
53	7	13	12	4ШСУ-13	75
54	43	13	2	6ШСУ-13	75
55	45	13	2	6ШСУ-13	30
56	АТУ 5	13	2	6ШСУ-13	17
57	44	13	2	7ШСУ-13	75
58	44А	13	2	7ШСУ-13	2.8
59	44Б	13	2	7ШСУ-13	14
60	АТУ 10	13	2	7ШСУ-13	10
61	3Б	14	2	1ЩСУ-14	14
62	1	14	3	1ЩСУ-14	200
63	3А	14	2	2ЩСУ-14	14
64	2	14	3	2ЩСУ-14	250
65	ВВД м-цы 1	15	2	1ЩСУ-15	20
66	М/насос 1-1	15	2	1ЩСУ-15	3
67	М/насос 1-2	15	2	1ЩСУ-15	3
68	Дозатор 1	15	2	1ЩСУ-15	5.5
69	ВВД м-цы 2	15	2	2ЩСУ-15	20
70	М/насос 2-1	15	2	2ЩСУ-15	3
71	М/насос 2-2	15	2	2ЩСУ-15	3
72	Дозатор 2	15	2	2ЩСУ-15	5.5
73	М/насос 3-1	15	2	3ЩСУ-15	3
74	М/насос 3-2	15	2	3ЩСУ-15	3
75	Дозатор 3	15	2	3ЩСУ-15	5.5
76	М/насос 4-1	15	2	4ЩСУ-15	3
77	М/насос 4-2	15	2	4ЩСУ-15	3
78	Дозатор 4	15	2	4ЩСУ-15	5.5
79	Насос 17	15	2	5ЩСУ-15	40
80	Насос 18	15	2	5ЩСУ-15	40
81	Насос 19	15	2	5ЩСУ-15	40
82	ВВД м-цы 4	15	3	5ЩСУ-15	45
83	ВВД м-цы 5	17	2	5ЩСУ-17	20
84	М/насос 5-1	17	2	1ЩСУ-17	3
85	М/насос 5-2	17	2	1ЩСУ-17	3
86	Дозатор 5	17	2	1ЩСУ-17	5.5
87	М/насос 6-1	17	2	2ЩСУ-17	3
88	М/насос 6-2	17	2	2ЩСУ-17	3

89	Дозатор 6	17	2	2ЩСУ-17	5.5
90	М/насос 7-1	17	2	3ЩСУ-17	3
91	М/насос 7-2	17	2	3ЩСУ-17	3
92	Дозатор 7	17	2	3ЩСУ-17	5.5
93	ВВД м-цы 8	17	2	4ЩСУ-17	20
94	М/насос 8-1	17	2	4ЩСУ-17	3
95	М/насос 8-2	17	2	4ЩСУ-17	3
96	Дозатор 8	17	2	4ЩСУ-17	5.5
97	Насос 35	17	3	6ЩСУ-17	132
98	Насос 35	17	4	6ЩСУ-17	132
99	Шнек бентонита 1	36	3	1ЩСУ-36	4.5
100	39	36	3	1ЩСУ-36	20
101	40	36	3	1ЩСУ-36	14
102	49А	36	3	1ЩСУ-36	2.8
103	49Б	36	3	1ЩСУ-36	14
104	АТУ 26	36	3	1ЩСУ-36	18.5
105	Шнек извести	36	5	1ЩСУ-36	55
106	7А	36	2	2ЩСУ-36	14
107	84Б	36	3	2ЩСУ-36	160
108	84А	36	7	3ЩСУ-36	160
109	84	50	2	2ЩСУ-50	320

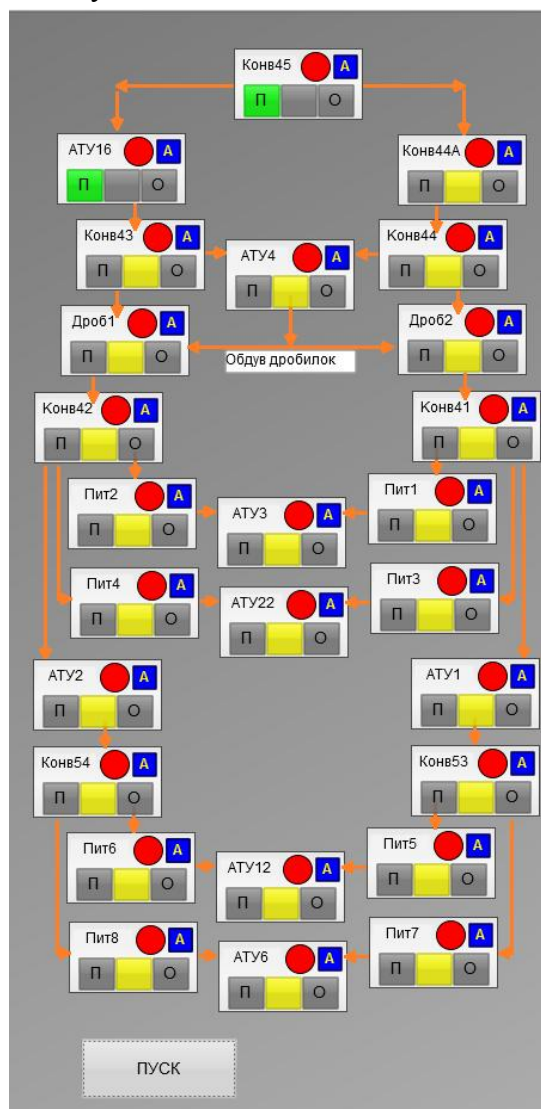
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Примеры инициации запусков участков

Группа 1

Все агрегаты в Автомате

Оператор избирает конвейер 45 на пуск (П-зеленное).

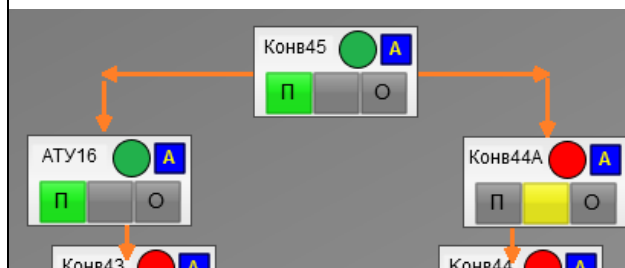
Вместе с конвейером 45 избирается АТУ16 и кнопка избирания АТУ16 на пуск (П-зеленное). При этом кнопки избирания АТУ16 заблокируются, так как конвейер 45 запускается в автомате.



Появляется кнопка Пуск внизу, и Оператор может запустить Конвейер 45 и после конвейера 45 запуститься АТУ16.

Внимание!!!

Если АТУ 16 не будет в Автомате, то конвейер 45 не запустится в Автомате.



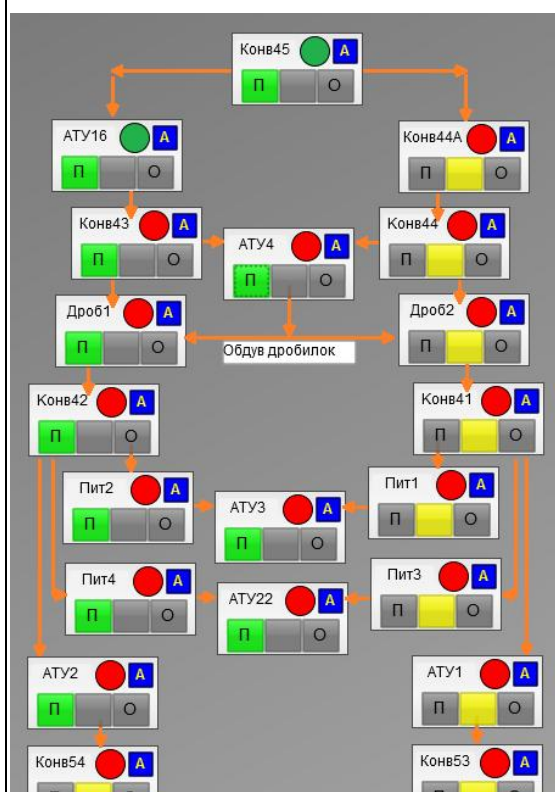
Конвейер 45 и АТУ16 запустились

Группа 2

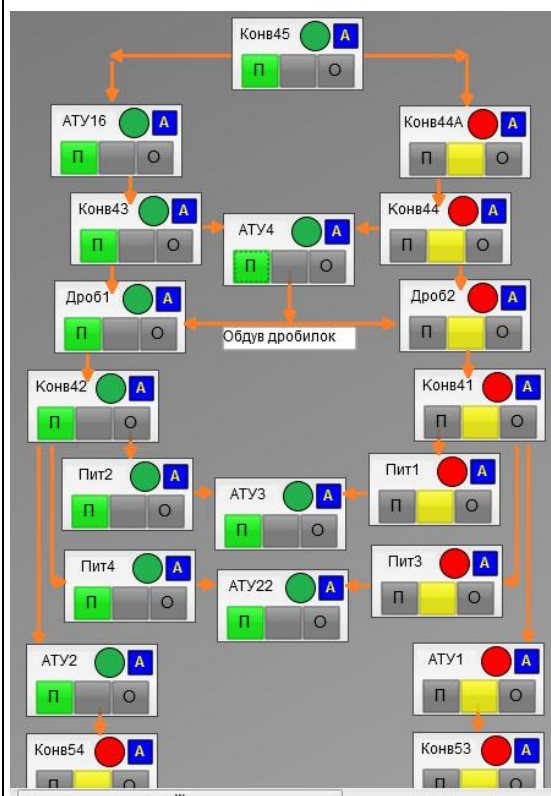
Когда выберете Конвейер 43 автоматический выбираются Дробилка 1, Конвейер 42, Питатель 2, Питатель 4, АТУ4, АТУ3, АТУ22, АТУ2 все агрегаты на пуск (П-зеленное).

Нажимаете кнопку Пуск внизу.

Кнопка Пуск в Автомате активируется в случае когда все агрегаты этой группы в Автомате и выбран конвейер на пуск (П-зеленное) группы который запускается первым здесь это №43.

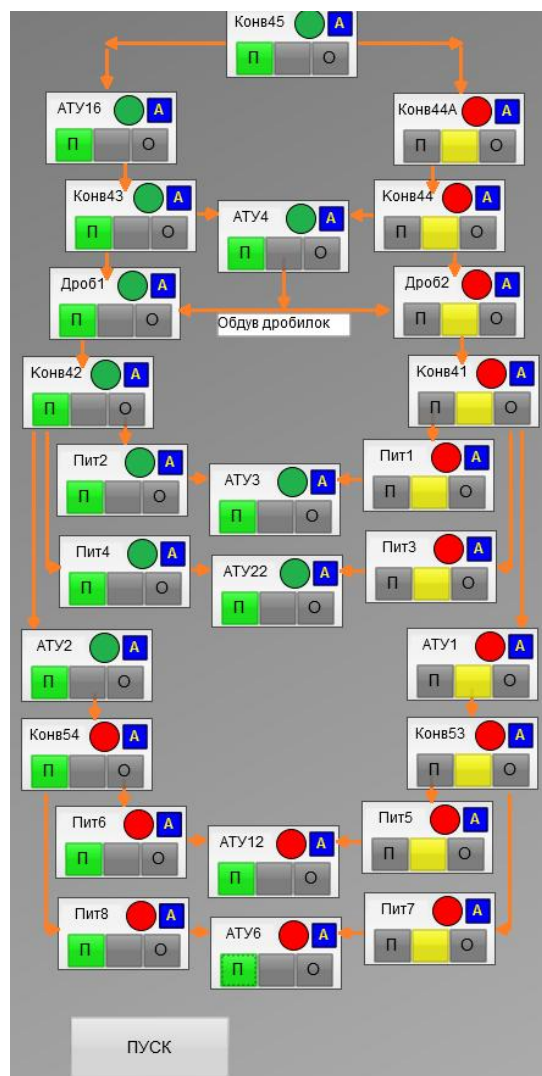


После кнопки пуск внизу запускаются агрегаты этой группы.



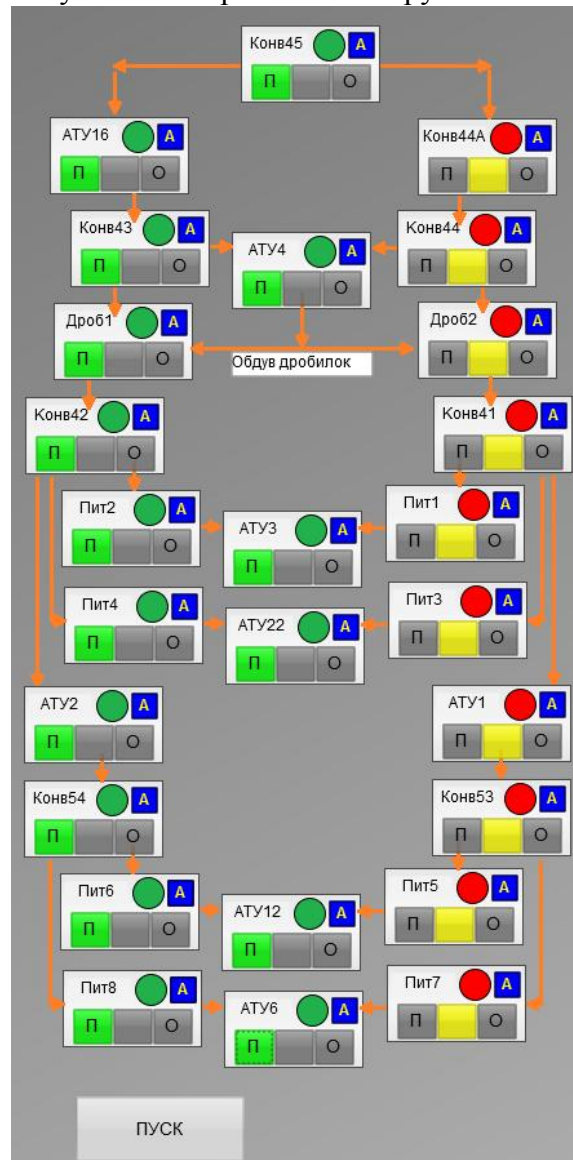
Группа 3

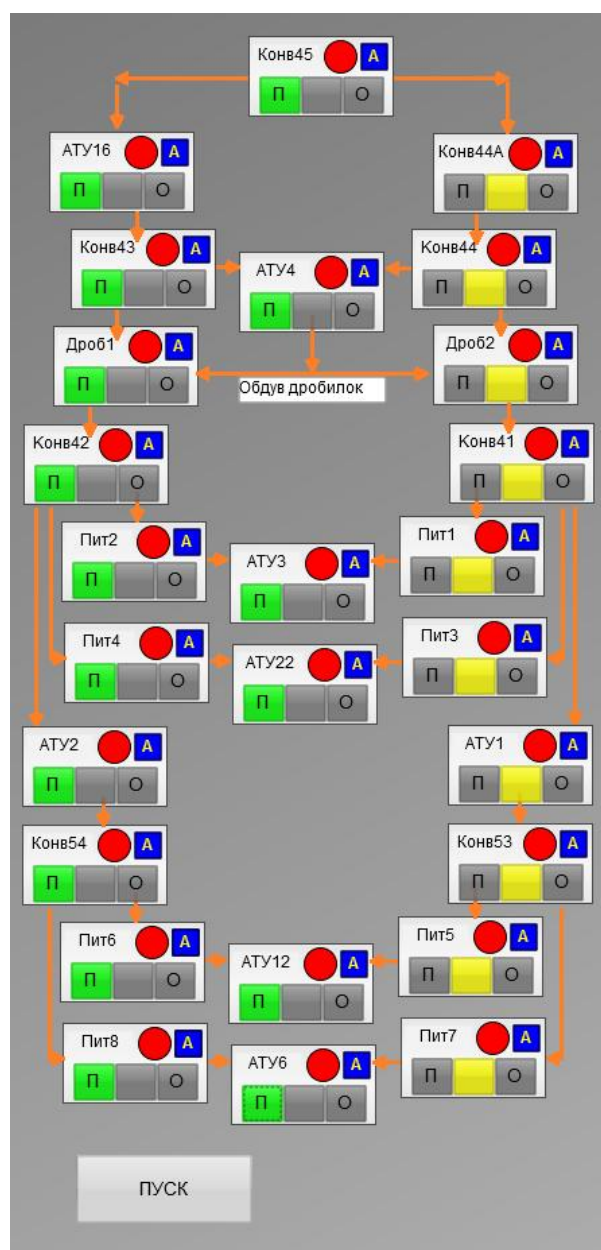
Оператор выбирает конвейер 54 на пуск (П-зеленное) остальные выбираются автоматический Питатель 6, АТУ12, Питатель 8, АТУ6.



Кнопка Пуск в Автомате активируется в случае когда все агрегаты этой группы в Автомате и выбран конвейер на пуск (П-зеленное) группы который запускается первым здесь это №54.

Запускаются агрегаты этой группы





Если все агрегаты в А и они все выключены и оператор выберет конвейер 45 на пуск, потом конвейер 43 и конвейер 54 то все агрегаты всех этих групп станут на позицию пуск и Оператор нажмет Пуск то запустятся все агрегаты трех групп.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Переменные подсистемы контроля и регулирования

Наименование параметра	Где установлен	Среда	Датчик	Позиция по проекту ТОО Системотехника (N-номер мельницы)	Позиция по проекту ССГПО	Сигнал	Сигнал1	PLC	Диапазон		
									мин	макс	ед
3	4	5	6	7	8	10	11	12	14	15	16
Температура	на выходе мельницы	Воздух	ТТ	ТТ1-1б1-N	16-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	200	град С
Давление	на входе подтопки	Газ	РТ	РТ2-3б1-N	36-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	1	кгс/см2
Положение ИМ	на входе подтопки	Газ	GT	GT4-4е1-N	4е-1	AI	4...20mA, 4х	PLC1	0	100	%
Открыть ИМ	на входе подтопки	Газ	NS	NS4-4и1-N	4и-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Заккрыть ИМ	на входе подтопки	Газ	NS	NS4-4д1-N	4д-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Открыта ИМ	на входе подтопки	Газ	NA	NA4о-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Закрыта ИМ	на входе подтопки	Газ	NA	NA4с-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Автомат-Ручной	на входе подтопки	Газ	HA	HA4-SA1-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Расход	на входе подтопки	Газ	FT	FT3-4v1-N	4в-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	550	нм3/час
Расход	на входе подтопки	Воздух	FT	FT6-10v1-N	10в-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	2000	нм3/час
Температура	в подтопке	Воздух	ТТ	ТТ5-2б1-N	26-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	1000	град С
Температура Задание	в подтопке	Воздух	Tz	Tz5-2v1-N	2в-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	1000	град С
Положение ИМ	на входе подтопки	Воздух	GT	GT7-10е1-N	10е-1	AI	4...20mA, 4х	PLC1	0	100	%
Открыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	NS	NS7-10г1-N	10г-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Заккрыть ИМ	на входе подтопки	Воздух	NS	NS7-10д1-N	10д-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Открыта ИМ	на входе подтопки	Воздух	NA	NA7о-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Закрыта ИМ	на входе подтопки	Воздух	NA	NA7с-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0

Автомат-Ручной	на входе подтопки	Воздух	HA	HA7-KU101-N	KY-10-1	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Положение ИМ	рециркуляция	Воздух	GT	GT13-10e1-N	8г-1	AI	4...20mA, 4х	PLC1	0	100	%
Открыть ИМ	рециркуляция	Воздух	NS	NS13-10g1-N	8а-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Заккрыть ИМ	рециркуляция	Воздух	NS	NS13-10d1-N	8в-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Открыта ИМ	рециркуляция	Воздух	NA	NA13o-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Заккрыта ИМ	рециркуляция	Воздух	NA	NA13c-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Автомат-Ручной	рециркуляция	Воздух	HA	HA13-PU81-N	ПУ8-1	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Разряжение	на входе мельницы	Воздух	PT	PT16-9b1-N	9б-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	-100	кгс/см2
Разряжение Задание	на входе мельницы	Воздух	Pz	Pz16-9g1-N	9г-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	1	кгс/см2
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L1-N	Л1	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L2-N	Л2	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L3-N	Л3	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L4-N	Л4	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L5-N	Л5	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	Газ	SA	SA815-L6-N	Л6	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Температура	на входе мельницы	Воздух	TT	TT17-11b1-N	11б-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	600	град С
Перепад давления	сопротивление мельницы	Воздух	PDT	PDT1819-12b1-N	12б-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	-600	кгс/см2
Перепад давления Задание	сопротивление мельницы задание	Воздух	PDz	PDz1819-12g1-N	12г-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	-600	кгс/см2
Вес	вес дозатора 1-N	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	W	W31-20a1-N	20а-1	AI	4...20mA, 4х	PLC3	?	?	т

Скорость загрузки	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	SC	SC3235-20b1-N	206-1	AO	4...20mA	PLC3	0	25	т/час
ОС Скорость загрузки	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	ST	ST3235-20b1-N	206-1	AI	4...20mA, 4x	PLC3	0	25	т/час
Включить-Отключить	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	NS	NS3235-20b1-N	206-1	DO	Реле 24В	PLC3	0	1	0
Неисправность	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	SA	SA3235-20b1-N	206-1	DI	Реле 230В	PLC3	0	1	0
В работе-Остановлен	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	NA	NA3235-20b1-N	206-1	DI	Реле 230В	PLC3	0	1	0
Автомат-Ручной	дозатор 1-N загрузки мельницы	Бентонит - N=1,2,3; Известняк - N=3-8	HA	HA31-20a1-N	20a-1	DI	Реле 230В	PLC3	0	1	0
Положение ИМ	вентиляция	Воздух	GT	GT34-22g1-N	22г-1	AI	4...20mA, 4x	PLC1	0	100	%
Открыть ИМ	вентиляция	Воздух	NS	NS34-22a1-N	22a-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Закрыть ИМ	вентиляция	Воздух	NS	NS34-22v1-N	22в-1	DO	Реле 24В	PLC1	0	1	0
Открыта ИМ	вентиляция	Воздух	NA	NA34o-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Закрыта ИМ	вентиляция	Воздух	NA	NA34c-N		DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Автомат-Ручной	вентиляция	Воздух	HA	HA34-PU22-N	ПУ22-1	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Расход	вентиляция	Воздух	FT	FT33-21v1-N	21в-1	AI	4...20mA, 2x	PLC1	0	12000 0	нм3/час
Разряжение	после мельницы	Воздух	PT	PT20-13a1-N	13a-1	AI	4...20mA, 2x	PLC1	0	-600	кгс/см2
Разряжение	после сепаратора	Воздух	PT	PT21-14a1-N	14a-1	AI	4...20mA, 2x	PLC1	0	-650	кгс/см2
Разряжение	после циклонов	Воздух	PT	PT22-15a1-N	15a-1	AI	4...20mA,	PLC1	0	-1000	кгс/см2

							2х				
Перепад давления	сопротивление сепаратора	Воздух	PDT	PDT2324-16a1-N	16a-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	-100	кгс/см2
Перепад давления	сопротивление циклонов	Воздух	PDT	PDT2526-17a1-N	17a-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	-600	кгс/см2
Перепад давления	сопротивление газопромывателя	Воздух	PDT	PDT2728-18b1-N	18b-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	450	кгс/см2
Давление	перед газопромывателем	Воздух	PT	PT29-19b1-N	19b-1	AI	4...20mA, 2х	PLC1	0	400	кгс/см2
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L1-N	1Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L2-N	2Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L3-N	3Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L4-N	4Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L6-N	6Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L7-N	7Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L8-N	8Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L9-N	9Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L10-N	10Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L11-N	11Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0
Сигнализация	сигнализация тревог	температура подшипника	SA	SA27-L12-N	12Л	DI	Реле 230В	PLC1	0	1	0

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Характеристика КТС АСУТП «Измельчение»

1. Программируемые логические контроллеры Simatic S7-1500

1.1 Общие сведения

Для проекта АСУТП предлагается использовать резервированную систему из программируемых логических контроллеров Simatic S7-1500 на основе CPU 1515R-2 PN.

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) Simatic S7-1500 - это новейшее семейство контроллеров Сименс обладающих великолепными характеристиками, отличным набором функций и впечатляющим быстродействием. В новых контроллерах S7-1500 значительно снижено время реакции на внешние события. Благодаря такому высокому уровню производительности контроллеры S7-1500 могут быть использованы для решения задач среднего и высокого уровня сложности. Удобная конструкция программируемого контроллера S7-1500 и его модульность позволяют его максимально адаптировать к требованиям решаемой задачи. Контроллер имеет естественное охлаждение. В случае модернизации системы контроллер обеспечивает свободное наращивание функциональных возможностей. Повышенная степень защиты программы и данных обеспечивают разработчиков дополнительным уровнем безопасности.

Резервированная система автоматизации S7-1500R состоит из следующих компонентов:

- Два центральных процессора CPU 1515R-2 PN
- Две карты памяти SIMATIC
- Кабель PROFINET (закольцованный PROFINET)
- Устройства ввода-вывода
- Источник питания нагрузки (опционально)
- Источник питания системы (опционально)

Возможна установка обоих процессоров на общей монтажной рейке или на две отдельные монтажные рейки. Два процессора и устройства ввода-вывода соединяются в кольцо PROFINET с помощью кабеля PROFINET

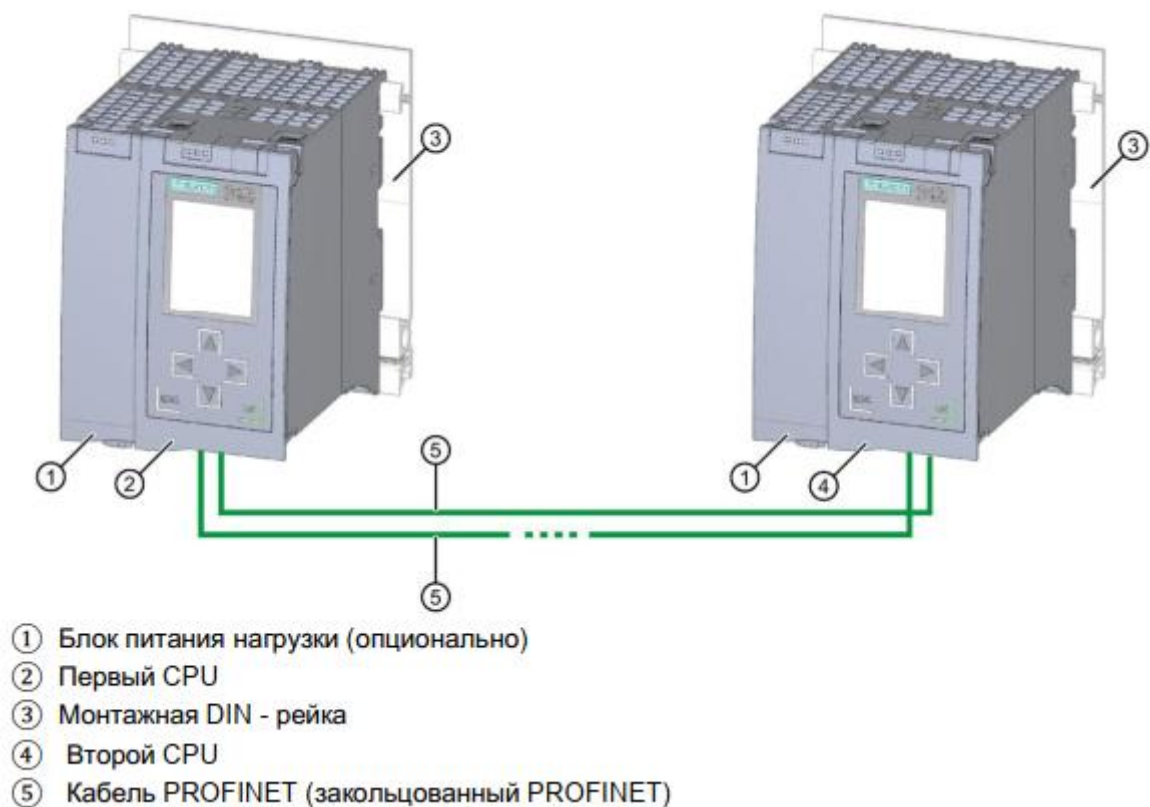


Рисунок С1 - Пример конфигурации для S7-1500R

1.2. Принцип работы

Один из двух CPU в резервированной системе управляет процессом (основной CPU). Другой центральный процессор выполняет функцию резервного CPU. Назначенная роль процессоров может измениться во время работы. В случае выхода из строя основного CPU, управление процессом (как и роль основного CPU) немедленно переходит к резервному CPU без потери данных в точке прерывания за счет того, что данные между устройствами постоянно синхронизируются. Резервированные соединения - это MRP кольцо PROFINET. Процессоры синхронизируются через кольцо PROFINET.

1.3. Технические характеристики оборудования

Номер для заказа - 6ES7515-2RM00-0AB0

Общий вид модуля ПЛК показан ниже на рисунке



Рисунок C2 - Общий вид CPU 1515R-2 PN

Технические характеристики CPU 1515R-2 PN приведены ниже в таблице:

Характеристика	Описание	Дополнительная информация
Дисплей CPU	Все CPU процессоры резервированной системы автоматизации S7-1500R/H оснащены дисплеем с текстовой информацией. Дисплей отображает диагностические сообщения, а также информацию о номере для заказа, версию прошивки и серийный номер процессора. Вы также можете просматривать и назначать IP-адреса, имя устройства PROFINET и идентификатор резервирования (redundancy ID) CPU. Системный IP-адрес можно посмотреть через STEP 7, на дисплее он не отображается. Кроме того, дисплей предоставляет доступ к большому количеству других функций. Они описаны в SIMATIC S71500 Display Simulator.	· Системное руководство по резервированным системам S7-1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833) · SIMATIC S7-1500 Display Simulator (https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/interactive-manuals/getting-started_simatic-s7-1500/disp_tool/start_de.html)
Напряжение питания	Напряжение питания 24 В постоянного тока подается через 4-контактный разъем, расположенный на передней панели CPU.	· См. раздел "Выполнение подключений" стр.22 · Системное руководство по резервированным системам S7-1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833)
Интерфейс	Процессор имеет встроенный	· Системное руководство по

PROFINET IO	интерфейс X1 с двумя портами (X1 P1 R и X1 P2 R). - Интерфейс PROFINET IO X1 (по умолчанию P1 R) используется для организации PROFINET-кольца с двумя CPU и устройствами ввода вывода. - Интерфейс PROFINET IO X1 (по умолчанию P2 R) используется для установки соединения между двумя R CPU в PROFINET-кольце. В PROFINET- кольце телеграммы синхронизации между CPU передаются через следующие соединения: - Прямое соединение (X1 P2 R) - Непрямое соединение (X1 P1 R) через устройства ввода-вывода - Интерфейс поддерживает PROFINET IO RT (Real-time) и базовые функции PROFINET. Базовые функции PROFINET включают в себя: - НМІ коммуникации - Связь с системой программирования - Связь с сетью более высокого уровня (магистраль, роутер, интернет) - Связь с другой машиной или ячейкой автоматизации Процессор имеет встроенный интерфейс X2 с одним портом (X2 P1). Данный интерфейс поддерживает базовые функции PROFINET.	резервированным системам S7-1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833) Руководство по PROFINET (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856)
Работа CPU в режиме IO контроллера	IO-контроллер: В качестве IO-контроллеров процессоры обращаются к следующим сконфигурированным устройствам ввода-вывода: - устройства ввода-вывода в PROFINET кольце - устройства ввода-вывода, которые отделены от PROFINET-кольца через коммутатор	

1.4. Функции встроенного программного обеспечения

Встроенное программное обеспечение CPU 1515R-2 PN поддерживает следующие функции:

Функция	Описание	Дополнительная информация
Поддержка резервирования CPU Встроенная системная диагностика	Два дублирующих друг друга CPU синхронизируются через резервированное соединение в PROFINET-кольце. Если один CPU выходит из строя, другой CPU сохраняет контроль над процессом. Система автоматически создает диагностические сообщения и отображает их на PG/PC, HMI – устройствах, Web сервере или на	Системное руководство по резервированным системам S7- 1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833) Руководство по использованию функции диагностики (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/59192926)

	встроенном дисплее центрального процессора. Эта информация остается доступной даже после перевода центрального процессора в режим STOP.	
Встроенная функция трассировки	Функция трассировки поможет вам в устранении неполадок и / или оптимизации пользовательской программы. Вы можете записывать переменные и оценивать записи с помощью функции трассировки и логического анализатора. Переменными являются, например, параметры привода или системные и пользовательские теги CPU. Функции трассировки и логического анализа подходят для мониторинга высокودинамичных процессов. Примечание: обратите внимание, что резервированная система S7-1500R/H поддерживает запись измерений. Однако сохранение измерений на карту памяти SIMATIC Memory Card не поддерживается.	Руководство по использованию функции трассировки и логического анализа http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/64897128
Резервирование системы S2	Все устройства ввода-вывода подключены с резервированием в резервированной системе S7 1500R/H. При этом все устройства ввода-вывода, входящие в систему, должны поддерживать эту функцию резервирования системы S2. Если роль CPU меняется, новый основной CPU принимает на себя функцию по обмену данными через PROFINET IO.	· Системное руководство по резервированным системам S7-1500R/H https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833 · Руководство по PROFINET http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856
Режим коммуникации реального времени (RT)	RT отдает приоритет фреймам PROFINET IO над стандартными фреймами. Это обеспечивает необходимый детерминизм в системе автоматизации. При этом методе данные передаются через приоритетные фреймы Ethernet.	Руководство по PROFINET http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856
MRP (Media Redundancy Protocol)	Протокол MRP позволяет конфигурировать резервированные сетевые структуры.	Руководство по PROFINET http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856)

	Резервные линии передачи (кольцевая топология) гарантируют доступность альтернативного канала связи в случае сбоя линии передачи. В кольце PROFINET R-CPU принимают на себя роль диспетчера MRP после соответствующего конфигурирования проекта, а все другие устройства в кольце принимают на себя роль клиентов MRP.	
--	--	--

PROFInergy	PROFInergy является коммуникационным протоколом сети PROFINET, который позволяет оптимизировать энергопотребление оборудования предприятия во время плановых и внеплановых перерывах в производстве, независимо от типа оборудования и его производителя. Это позволяет использовать ровно столько энергии, сколько это необходимо. Это позволяет экономить значительную часть электрической энергии, само устройство PROFINET требует лишь несколько ватт сэкономленной электроэнергии.	Руководство по PROFINET (http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/49948856)
Интегрированная система регулирования с обратной связью	Центральные процессоры поддерживают только базовые PID-функции. Не поддерживаются следующие операции: · PID_Compact · PID_3Step · PID_Temp	Руководство по функциям PID регулирования https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/108210036
Встроенная защита информации	Защита ноу-хау от несанкционированного чтения и модификации программных блоков.	Системное руководство по резервированным системам S7- 1500R/H (https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/109754833)
Защита от не санкционированного доступа	Можно настроить уровни прав доступа к системе автоматизации со стороны различных групп пользователей.	
Встроенная защита CPU	Процессоры по умолчанию имеют функцию защиты целостности данных.	

	Эта функция позволяет определить возможные манипуляции с инженерными данными на карте памяти SIMATIC или во время передачи данных между STEP 7 и процессорами. Эта функция также контролирует связь системы SIMATIC HMI и процессоров для исключения возможных манипуляции с инженерными данными. Если функция защита целостности обнаруживает манипулирование инженерными данными, пользователь получает соответствующее сообщение.	
Password provider	В качестве альтернативы ручному вводу пароля вы можете связать провайдера паролей со STEP 7 Провайдер паролей предлагает следующие преимущества: • Удобная обработка паролей. STEP 7 автоматически импортирует пароль для блоков. Это экономит ваше время. • Оптимальная защита блока, потому что пользователи не знают самого пароля.	

2. Система ввода-вывода SIMATIC ET 200SP ET200SP

2.1. Общие сведения

Компоновка система ввода-вывода виде станции SIMATIC ET 200SP приведено ниже на рисунке.



Инновационная система ввода-вывода SIMATIC ET 200SP обладает широкими функциональными возможностями и высочайшей гибкостью. В зависимости от типа головного модуля она может быть использована:

- В режиме прибора ввода-вывода PROFINET IO в сочетании с интерфейсными модулями IM 155-6 PN BA/ ST/ HF.
- В режиме ведомого устройства PROFIBUS DP в сочетании с интерфейсным модулем IM 155-6 DP HF.

- В режиме S7-1500 – совместимого периферийного контроллера в сочетании с модулями центральных процессоров CPU 1510SP(F)-1PN или CPU 1512SP(F)-1PN.

2.2. Функциональные возможности

Станции ET 200SP характеризуются следующими показателями:

- Использование в системах автоматизации непрерывных и циклических производственных процессов.
- Степень защиты IP20, установка на стандартную профильную шину DIN.
- Широкая гамма электронных и силовых модулей различного назначения.
- До 64 электронных и силовых модулей на станцию.
- Поддержка функций идентификации и обслуживания I&M0 ... I&M3.
- Высокая плотность каналов ввода-вывода на каждый электронный модуль. Минимальные монтажные объемы для установки станции.
- Управление конфигурацией аппаратуры из программы пользователя. Возможность запуска в конфигурации, отличающейся от проектной.
- Гибкие возможности формирования потенциальных групп без использования модулей контроля питания.
- Высокая скорость обновления данных. Обмен данными через внутреннюю шину станции со скоростью 100 Мбит/с.
- Поддержка функций обновления встроенного программного обеспечения для всех модулей станции.
- Поддержка функций поштучной или массовой “горячей” замены модулей.
- Замена модулей без повторного конфигурирования станции.
- Подключение внешних цепей через отжимные контакты без использования инструмента. Удобный доступ к контактам.
- Поддержка протокола PROFINET для реализации алгоритмов энергосбережения.
- Существенное сокращение номенклатуры модулей по сравнению со станцией ET 200S.

2.3. Особенности конструкции

Многофункциональная система ввода-вывода ET200SP монтируется на стандартную 35 мм профильную шину DIN и в большинстве случаев включает в свой состав:

- Центральный процессор или интерфейсный модуль для поддержки обмена данными с ведущим устройством сети PROFINET IO или PROFIBUS DP или модуль центрального процессора.
- Электронные и силовые модули, устанавливаемые на базовые блоки.
- Серверный модуль, устанавливаемый за последним электронным модулем станции.

В зависимости от типа головного модуля в одной системе ET 200SP может использоваться до 64 электронных и силовых модулей, обслуживающих до 1024 дискретных или до 256 аналоговых каналов ввода-вывода.

Интерфейсные модули IM 155-6 PN ST/HF/HS и модули центральных процессоров подключаются к сети PROFINET IO через съемный сетевой адаптер (BA – Bus Adapter). В зависимости от типа сетевого адаптера подключение к сети может выполняться через электрические, оптические или комбинированные интерфейсы.

В системе ET 200SP используется новый набор элементов маркировки ее компонентов и внешних цепей. Этот набор включает в свой состав:

- Пластиковые цветные накладные рамки на съемные терминальные коробки базовых блоков для выделения эквипотенциальных групп контактов, упрощающие выполнение операций подключения внешних цепей. Выбор

рамок производится по цветовому коду CC (Color Code) соответствующего электронного модуля.

- Идентификационные этикетки для маркировки интерфейсных модулей, центральных процессоров, электронных модулей и базовых блоков системы.
- Этикетки для маркировки модулей и их внешних цепей. Электронные и силовые модули станции устанавливаются на базовые блоки (BU), монтируемые на стандартную 35 мм профильную шину DIN.

Интерфейсный модуль/центральный процессор устанавливается непосредственно на профильную шину без использования базового блока. Базовые блоки оснащены съемными терминальными коробками с отжимными контактами для подключения внешних цепей соответствующих модулей. Подключение внешних цепей может выполняться без использования инструмента при отсутствии электронных и силовых модулей на базовых блоках.

Замена электронных модулей и терминальных коробок, а также силовых модулей может выполняться без остановки контроллера/станции.

Первая установка электронного или силового модуля на базовый блок сопровождается автоматическим выполнением операции механического кодирования базового блока. В дальнейшем на этот базовый блок может быть установлен только электронный или силовой модуль такого же типа. Это исключает возможность возникновения ошибок при замене модулей.

При необходимости все модули контроллера/станции могут разбиваться на потенциальные группы. Потенциальная группа – это группа модулей, имеющих общую шину питания датчиков и исполнительных устройств. Эта шина формируется базовыми блоками соответствующих модулей.

Напряжение питания потенциальной группы электронных модулей может достигать 230 ВАС. Ток нагрузки шины питания датчиков и исполнительных устройств потенциальной группы не должен превышать 10 А.

Шины питания внешних цепей различных потенциальных групп изолированы друг от друга, что позволяет использовать в одной системе ET 200SP несколько потенциальных групп. Для питания внешних цепей каждой потенциальной группы может использоваться свой род тока и уровень напряжения.

При конфигурировании ET 200SP должны выдерживаться следующие правила:

- Первым в системе должен быть головной модуль в виде интерфейсного модуля или модуля центрального процессора.
- Для питания внешних цепей электронных и силовых модулей в системе может быть сформировано несколько потенциальных групп.
- Первая потенциальная группа формируется головным модулем (зависит от типа головного модуля) или светлым базовым блоком. Продолжение потенциальной группы формируется следующими далее темными базовыми блоками. Последующие потенциальные группы начинаются очередными светлыми базовыми блоками.
- Количество потенциальных групп на систему ограничивается только допустимым количеством электронных модулей на систему.
- Внешнее питание потенциальной группы подводится только к головному модулю или светлому базовому блоку. На последующие темные базовые блоки это питание передается через внутреннюю шину базовых блоков.
- Ток нагрузки одной потенциальной группы не должен превышать 10 А.
- Состав электронных модулей в одной потенциальной группе может быть произвольным.
- После последнего модуля станции устанавливается серверный модуль, включенный в комплект поставки каждого головного модуля.

- Длина внутренней шины системы (без учета головного модуля) не должна превышать 1 м (0.5 м для станций с IM 155-6 PN HS).

При необходимости система ET 200SP может расширяться модулями станции ET 200AL, имеющими степень защиты IP65/IP67. Эти модули могут устанавливаться вне шкафов управления непосредственно на производственных машинах. К одной станции ET 200SP допускается подключать до 16 модулей ET 200AL. Для такого подключения в станции ET 200SP используется сетевой адаптер BA-Send, устанавливаемый на базовый блок BU-Send.

2.4. Функции

Набор функций, поддерживаемых системой ET 200SP, зависит от конфигурации используемой аппаратуры.

2.5. Общие технические данные SIMATIC ET 200SP

- Универсальная модульная система вводавывода со степенью защиты IP20
- Применение в системах автоматизации циклических и непрерывных процессов во всех секторах промышленного производства
- Поддержка функций S71500 совместимого контроллера при использовании: центральных процессоров стандартного назначения CPU 1510SP1 PN или CPU 1512SP1 PN; центральных процессоров для систем противоаварийной защиты и обеспечения безопасности CPU 1510SP F1 PN или CP 1512SP F1 PN; промышленного компьютера CPU 1515SP PC
- Поддержка функций прибора вводавывода PROFINET IO в сочетании с модулями IM 1556 PN
- Поддержка функций ведомого устройства PROFIBUS DP в сочетании с модулем IM 1556 DP HF
- Компактная конструкция, высокая плотность упаковки каналов на каждый электронный модуль станции
- До 64 сигнальных (EM), технологических (TM) и коммуникационных (CM) модулей на станцию
- Поддержка функций поштучной и массовой “горячей” замены модулей станции
- Формирование потенциальных групп модулей без использования модулей PME
- Поддержка функций обновления встроенного программного обеспечения для всех модулей станции
- Поддержка функций идентификации и обслуживания (I&M)
- Программное управление аппаратной конфигурацией системы, возможность запуска при наличии различий между реальной и проектной конфигурацией

3. Устройство управления и защиты электродвигателя Simocode Pro

3.1. Общие сведения

SIMOCODE pro — это гибкая модульная система (смотри рисунок ниже) управления и защиты низковольтных электродвигателей переменного тока, работающих с постоянной частотой вращения. Она оптимизирует соединение между I&C и моторным фидером, повышает готовность системы и позволяет более экономично производить запуск, наблюдение во время работы и обслуживание системы.

SIMOCODE pro, установленный в низковольтном распределительном устройстве — это интеллектуальный интерфейс между системой автоматизации высокого уровня и моторным фидером, который включает следующие компоненты:

- Многофункциональное электронное устройство защиты двигателей, которое не зависит от системы автоматизации
- Гибкое программное обеспечение, позволяющее решать различные задачи управления двигателями, которые раньше решались аппаратными средствами

- Возможность получения подробных данных о работе, обслуживании и диагностике
- Открытую связь через PROFIBUS DP, который является для устройств стандартной шиной полевого уровня.



3.2. Особ

- Включение моторного фидера в систему управления производственным процессом через стандартную шину значительно уменьшает затраты на осуществление связи между моторным фидером и PLC.
- Распределение функций автоматизации посредством конфигурируемого управления и функций защиты в фидере экономит ресурсы в системах автоматизации и гарантирует полные функциональные возможности и защиту фидера, даже если I&C или шинная система выходят из строя.
- Получение и контроль данных о работе, обслуживании, диагностике позволяет улучшить обслуживание и повысить степень готовности фидера.
- стабильные защитные характеристики устройства и надежное отключение после многих лет службы.
- Широкие коммуникационные возможности.

4. Преобразователь частоты для стандартных применений G120

4.1. Описание

Преобразователь частоты Sinamics G120 – это модульный преобразователь, обеспечивающий широкие функциональные возможности. Основными модульными компонентами преобразователя являются:

- Модуль управления (CU)
- Силовой модуль (PM)

Модуль управления контролирует силовой модуль, к которому подключен электродвигатель. Так же модуль управления позволяет подключать различные интерфейсы связи для обеспечения управления и мониторинга системы электропривода. Модульные компоненты могут свободно комбинироваться для обеспечения любых требований к функциональности и мощности системы электропривода. Диапазон мощностей составляет от 0.37 кВт до 250 кВт.



Силовые модули:

- PM230 — степень защиты IP20/IP55. Разработан для использования в насосах, вентиляторах и компрессорах с квадратичной характеристикой — без возможности подключения тормозного резистора.
- PM240/PM240-2 — степень защиты IP20. Встроенный тормозной прерыватель, возможно подключение тормозного резистора. Энергия генератора, полученная во время торможения, преобразуется в тепло с помощью внешне подключенных тормозных резисторов.

- PM250 — степень защиты IP20. Используют инновационное схемное решение, которое обеспечивают рекуперацию энергии в электропитание. Такое инновационное схемное решение обеспечивает возврат энергии генератора в систему электропитания, а значит экономит энергию.

4.2. Модули управления

CU230P-2 — разработан для решения задач с насосами, вентиляторами и компрессорами.

CU240B-2/CU240E-2 — может использоваться для решения различных задач в области общего машиностроения, например для ленточных транспортеров, миксеров, экструдеров.

4.3. Отличительные особенности

- Инновационная схема подключения позволяет кинетической энергии нагрузки быть рекуперированной в питающую сеть. Нет необходимости в тормозных резисторах — дополнительный плюс при экономии места и затратах на установку;
- Инновационные функции интегрированной системы безопасности;
- Новая концепция охлаждения;
- «Горячая замена» модулей;
- Свобода в использовании благодаря модульности с высокой IP65 степенью защиты;
- Подключение по шинам PROFINET или PROFIBUS с PROFIdrive профилем 4.0:
 - уменьшенное число интерфейсов;
 - широкие возможности;
 - легкость в управлении;
- Быстрое проектирование и ввод в эксплуатацию с использованием программных средств SIZER и STARTER, а также создание резервных копий данных с помощью панели оператора BOP, IOP и карты памяти MMC;
- Энергоэффективные и адекватные решения благодаря Комплексной Автоматизации (Totally Integrated Automation — TIA), совместимость SINAMICS с любым уровнем.