

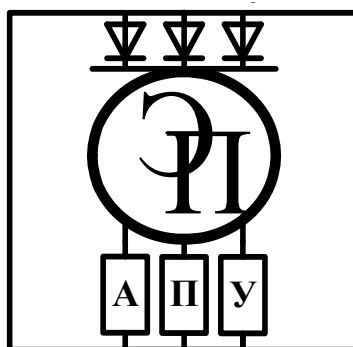
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и автоматизация
промышленных установок»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И КОМПЛЕКСОВ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов специальности
1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения*

Часть 1



Могилев 2016

УДК 681.52
ББК 31.291
А 22

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок» «14» сентября 2016 г., протокол № 2

Составитель канд. техн. наук, доц. Л. Г. Черная

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Болотов

В методических рекомендациях к лабораторным работам для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» изложена методика разработки структуры информационно-управляющих систем автоматизации, программного обеспечения, выбора комплекса технических средств автоматизации, идентификации технологических объектов автоматизации, а также содержатся указания по выполнению заданий к лабораторным работам.

Учебно-методическое издание

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И КОМПЛЕКСОВ

Часть 1

Ответственный за выпуск

Г. С. Леневский

Технический редактор

А. А. Подошевка

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать .Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .Тираж 115 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2016



Содержание

Введение	4
1 Лабораторная работа № 1. Изучение особенностей проектирования систем автоматизации с использованием программного обеспечения.....	5
1.1 Методические указания.....	5
2 Лабораторная работа № 2. Разработка структурной схемы супервизорной АСУ технологического комплекса.....	9
2.1 Объект управления.....	9
2.2 Методические указания.....	12
3 Лабораторная работа № 3. Разработка функциональной схемы информационно-управляющей системы автоматизации.....	17
3.1 Объект автоматизации.....	18
3.2 Методические указания.....	20
4 Лабораторная работа № 4. Синтез одноконтурных систем программно-логического управления.....	28
4.1 Объект управления.....	29
4.2 Методические указания.....	29
5 Лабораторная работа № 5. Синтез многоконтурных систем программно-логического управления.....	36
5.1 Объект управления.....	36
5.2 Методические указания.....	37
Список литературы.....	42



Введение

Лабораторные занятия по дисциплине «Автоматизация типовых технологических установок и комплексов» (АТТУиК) прививают студентам навык самостоятельных исследований, облегчают восприятие и понимание основных теоретических положений, способствуя их более глубокому усвоению.

Методические рекомендации соответствуют программе курса АТТУиК. Они служат основой для самостоятельной подготовки и проведения лабораторных работ с последующим оформлением и анализом результатов и предусматривают также изучение теоретического материала по учебной литературе, справочной литературе, веб-страниц сайтов интернета.

К выполнению лабораторных работ студенты допускаются после ознакомления с правилами и инструкцией по технике безопасности и инструктажа по безопасным методам работы на лабораторном оборудовании, ЭВМ с оформлением соответствующей записи в журнале.

Для получения допуска к очередным занятиям студент предварительно ознакомляется с содержанием лабораторной работы, выполняет соответствующее задание для внеаудиторной подготовки и представляет законченный отчет по предыдущей работе.

Лабораторные работы выполняются с применением средств вычислительной техники и специализированного программного обеспечения SCADA Trace Mode.

Отчеты оформляются в соответствии с действующими нормами и стандартами каждым студентом индивидуально.

1 Лабораторная работа № 1. Изучение особенностей проектирования систем автоматизации с использованием программного обеспечения

Цель работы: получение навыков программирования при разработке систем автоматизации.

Задание

- 1 Изучить назначение программного обеспечения SCADA для проектирования систем автоматизации.
- 2 Изучить назначение программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 3 Изучить основные определения и структуру программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 4 Ознакомиться с технической поддержкой и применением программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 5 Ознакомиться с графическим интерфейсом на примерах SCADA Trace Mode.

Подготовка к выполнению задания

- 1 Войти в программу SCADA Trace Mode, демо-ролик.
- 2 Ознакомиться со справочной системой SCADA Trace Mode.
- 3 Изучить графический интерфейс систем автоматизации технологическими комплексами на примерах SCADA Trace Mode (АСУ товарного парка нефтепродуктов, АСУ приготовления томатной пасты).

1.1 Методические указания

Программное обеспечение SCADA Trace Mode. SCADA Trace Mode предназначено для разработки крупных распределенных АСУТП широкого назначения. Trace Mode создано в 1992 г. фирмой «АдАстра» (Россия) и к настоящему времени имеет свыше 3500 инсталляций. Системы, разработанные на базе Trace Mode, работают в энергетике, металлургии, нефтяной, газовой, химической и других отраслях промышленности.

Trace Mode является программным обеспечением сквозного программирования верхнего и нижнего уровней АСУ. При помощи Trace Mode возможно одновременно программировать задачи приема данных и управления в IBM-совместимых контроллерах Micro PC и задачи supervisory control and data acquisition для АРМ диспетчеров на PC. Вся разработка осуществляется в графическом редакторе, основанном на требованиях международного стандарта IEC-1131. Применяются визуальные, интуитивно понятные инженерам-технологам методы – язык функциональ-

ных блоков (Техно FBD) или язык инструкций (Техно IL). Trace Mode поддерживает языки визуального программирования, соответствующие международным стандартам IEC-1131/3.

На рисунке 1.1 представлен графический интерфейс автоматизированной системы управления технологического комплекса товарного парка нефтепродуктов.

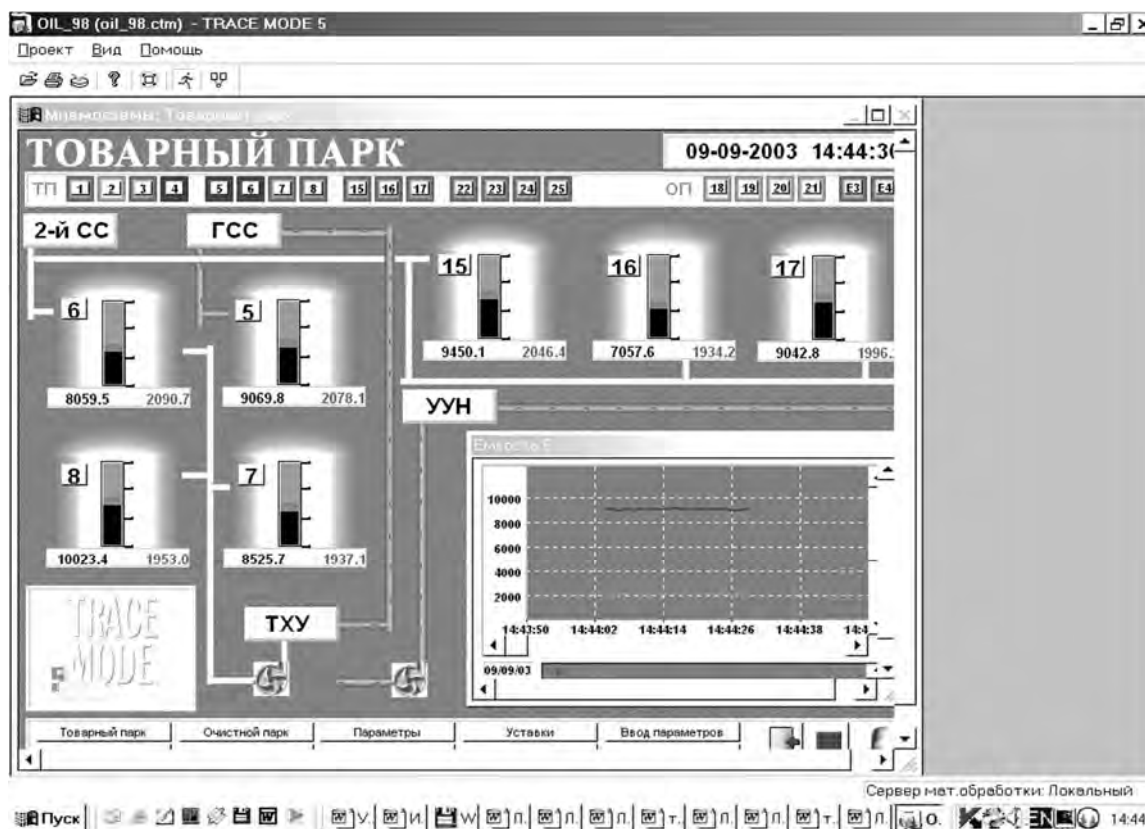


Рисунок 1.1 – Автоматизированная система управления технологического комплекса товарного парка нефтепродуктов

Trace Mode включает в себя библиотеку из более чем 150 алгоритмов обработки данных и управления, в том числе фильтрацию, PID, PDD, модальное, нечеткое, позиционное регулирование, ШИМ-преобразование, статистические арифметические, алгебраические, логические, тригонометрические и т. д. функции, а также блоки управления устройствами: клапан, задвижку, привод и т. д. Для Trace Mode разработаны алгоритмы адаптивных и модальных регуляторов.

Технология адаптивного регулирования позволяет производить автоматическую настройку PID-регуляторов, а также подстраивать их работу.

На рисунке 1.2 представлен графический интерфейс реализации функций PID-регуляторов.

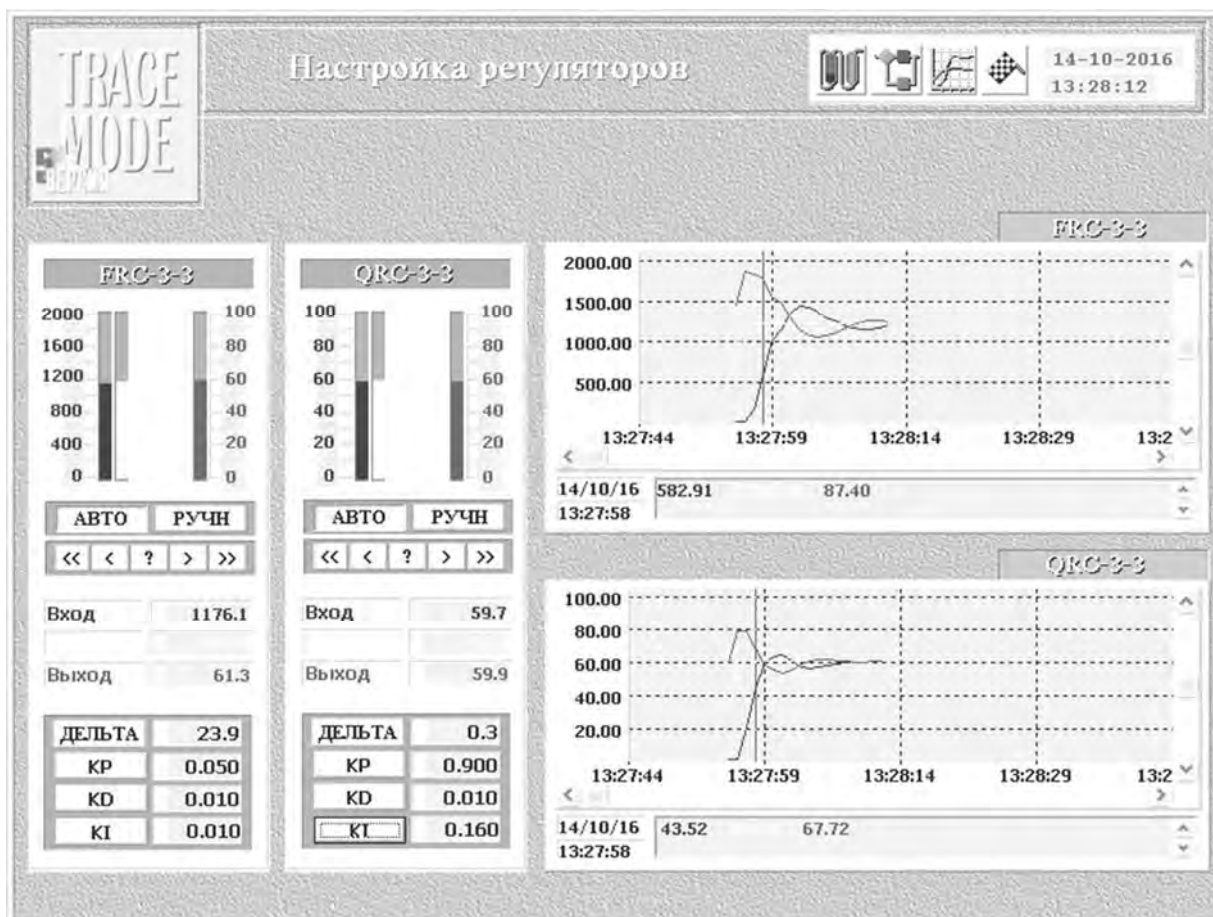


Рисунок 1.2 – Графический интерфейс реализации функций PID-регуляторов

Основные функции:

- модульная структура – от 128 до 64000 × 16 I/O;
- количество тегов – неограниченно;
- 0,001 с – минимальный цикл системы;
- открытый формат драйвера для связи с любым УСО;
- открытость для программирования (Visual Basic, Visual C и т. д.);
- средства сквозного программирования АСУТП верхнего (PC) и среднего (Micro PC) уровней;
 - встроенные библиотеки из более чем 150 алгоритмов обработки данных и управления, в том числе фильтрация, PID, PDD, позиционное регулирование, ШИМ, управление устройствами (клапан, задвижка, привод и т. д.), статические функции и произвольные алгоритмы;
 - средства создания холодного и горячего резерва;
 - поддержка единого сетевого времени;
 - средства программирования контроллеров и АРМ на основе международного стандарта IEC 1131-3;
 - более 200 типов форм графического отображения информации, в том числе графиков, трендов; мультипликация на основе растровых и векторных изображений;

- просмотр архивной информации в реальном времени, в том числе в виде трендов и таблиц;
- сеть на основе Netbios, NetBEUL, IPX/SPX, TCP/IP;
- обмен с независимыми приложениями с использованием DDE/NetDDE, Advanced DDE, SQL/ODBC, OPC, DCOM;
- резервирование архивов и автовосстановление после сбоя;
- связь с интернетом;
- полностью русифицирована.

Архитектура. Trace Mode состоит из инструментальной системы и исполнительных (run-time) модулей. При помощи инструментальной системы осуществляется разработка АСУ. Исполнительные модули служат для запуска в реальном времени проектов, разработанных в инструментальной системе Trace Mode.

Trace Mode создана в архитектуре клиент-сервер. Архитектура Trace Mode базируется на новейшей распределенной общей модели объектов – DCOM, лежащей в основе Windows NT™. Поэтому отдельные модули системы легко сопрягаются между собой, а АСУТП на базе TRACE MODE легко поддерживать, развивать и интегрировать в корпоративные информационные системы.

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Цель работы.
- 3 Задание.
- 4 Назначение программного обеспечения SCADA.
- 5 Назначение программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 6 Основные определения и структура программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 7 Техническая поддержка и применение программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 8 Примеры графического интерфейса программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 9 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Дать определение программного обеспечения SCADA.
- 2 Перечислить особенности применения программного обеспечения SCADA Trace Mode.
- 3 Основные определения программного обеспечения SCADA Trace Mode.



4 Назначение языков программирования программного обеспечения SCADA Trace Mode.

5 Структура программного обеспечения SCADA Trace Mode.

6 Назначение редактора базы каналов, редактора представления данных программного обеспечения SCADA Trace Mode.

7 Техническая поддержка программного обеспечения SCADA Trace Mode.

8 Особенности графического интерфейса программного обеспечения SCADA Trace Mode.

2 Лабораторная работа № 2. Разработка структурной схемы супервизорной АСУ технологического комплекса

Цель работы: получение навыков разработки структурной схемы системы автоматизации для реализации функций контроля, регулирования, управления, сигнализации и блокировки.

Задание

1 Для заданного количества датчиков и исполнительных механизмов АСУ технологического комплекса шихтоподготовки с учетом вида сигналов выбрать комплекс технических средств системы автоматизации шихтоподготовки – микропроцессорный контроллер Micro PC (корпус с необходимым количеством слотов, модуль процессора CPU, модули ввода/вывода), промышленный компьютер PC, интерфейс связи.

2 Дать описание технических характеристик комплекса технических средств системы автоматизации.

3 Разработать структурную схему супервизорной АСУ технологического комплекса шихтоподготовки с учетом выполняемых функций Micro PC, PC.

4 Описать выполняемые функции на каждом уровне.

Подготовка к выполнению задания

1 Войти в программу SCADA Trace Mode.

2 Изучить графический интерфейс АСУ технологического комплекса шихтоподготовки.

2.1 Объект управления

На рисунке 2.1 представлен графический интерфейс АСУ технологического комплекса шихтоподготовки с размещением датчиков и испол-

нительных механизмов.

Датчики (вид выходного сигнала):

- датчик веса (тензодатчик) – 2 шт. (аналоговый выход);
- датчик скорости – 9 шт. (импульсный);
- датчик уровня – 9 шт. (5 шт. аналоговых 4–20 мА, 4 шт. дискретных);
- фотодатчик – 1 шт. (импульсный);
- датчик температуры (термопара) – 1 шт. (аналоговый выход).

Исполнительные механизмы (вид входного управляющего сигнала):

- электродвигатели регулируемые – 4 шт. (подключение через преобразователи частоты, вид входного сигнала аналоговый);
- электродвигатель нерегулируемый – 5 шт. (подключение через контактор или магнитный пускатель, напряжение питания катушек: 220 В, 50 Гц);
- клапан отсечной – 7 шт. (напряжение питания катушек: 220 В, 50 Гц).

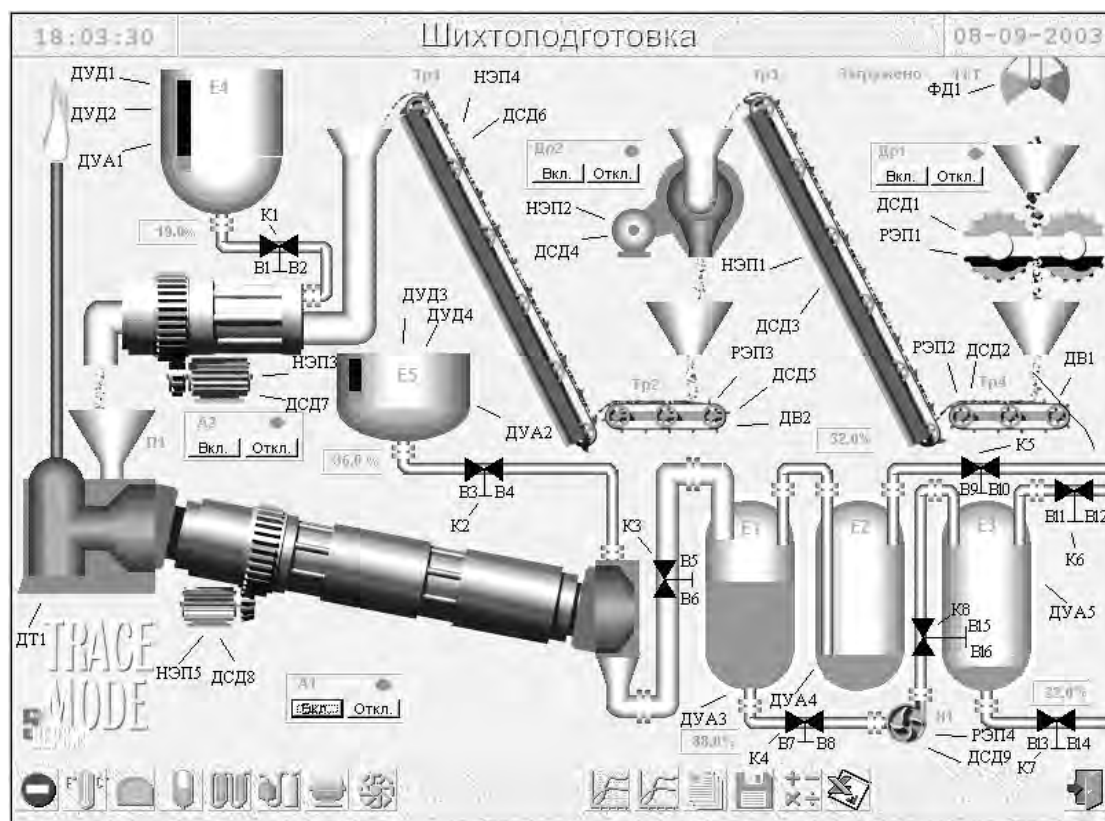


Рисунок 2.1 – Автоматизированная система управления технологического комплекса шихтоподготовки

Описание процесса шихтоподготовки. На первоначальной стадии изготовления шихты происходит загрузка известняка в емкость. Количество загруженных тонн контролируется дискретным фотодатчиком ФД1.

Затем осуществляется измельчение известняка на фракции. Размер частиц определяется скоростью вращения дробилки, приводимой в движение регулируемым электроприводом РЭП1.

Далее производится погрузка измельченного известняка на ленту конвейера. Конвейер приводится в движение регулируемым электроприводом РЭП2. Масса выгруженного на ленту конвейера известняка контролируется аналоговым датчиком веса ДВ1. В случае уменьшения подачи известняка датчик веса контролирует массу известняка на ленте и подает сигнал на электропривод конвейера о его отключении.

Далее измельченный известняк движется на ленте второго конвейера, который, в свою очередь, приводится в движение нерегулируемым электроприводом НЭП1.

Затем известняк поступает в измельчитель до окончательного получения частиц известняка размером от 0 до 10 мм. Измельчитель приводится в движение нерегулируемым электроприводом НЭП2.

После этого известняк поступает на ленту конвейера, приводимого в движение регулируемым электроприводом РЭП3, и транспортируется с помощью нории, приводимой в движение нерегулируемым электроприводом НЭП4, в емкость для перемешивания с коксом. Емкость для перемешивания смеси приводится в движение нерегулируемым электроприводом НЭП3. Доля кокса в смеси (шихте) составляет 6–12 % от общей массы, а размер частиц кокса – 0,3–0,6 от среднего размера фракции известняка. Подача кокса контролируется аналоговым датчиком уровня ДУА1. Переполнение или нехватка кокса в емкости Е4 контролируется дискретными датчиками верхнего и нижнего уровней ДУД1 и ДУД2.

Далее идет процесс обжига смеси при температуре 1400–1500 °С. Температура контролируется аналоговым датчиком температуры ДТ1.

После обжига шихта поступает в мешалку, где она смешивается с жидкостью до получения взвеси. Уровень жидкости в баке Е5 контролируется аналоговым датчиком уровня ДУА2. Переполнение или нехватка жидкости в емкости Е5 контролируется дискретными датчиками верхнего и нижнего уровней ДУД3 и ДУД4. Мешалка приводится в движение регулируемым электроприводом НЭП5. Шихта, находящаяся во взвешенном состоянии, поступает в емкость Е1.

Затем из емкости Е1 отходящие газы поступают в емкость Е2 и далее наружу.

Готовая продукция насосом Н1, приводимым в движение регулируемым электроприводом РЭП4, перекачивается в емкость Е3, а затем из емкости Е3 наружу для дальнейшей переработки.

Перед запуском установки необходимо открыть клапаны К1–К8, подающие кокс и жидкость в смесь. При аварийных ситуациях клапаны закрываются, и тем самым прекращается подача кокса и жидкости в смесь.

Для контроля и стабилизации скорости в регулируемых и нерегулируемых электроприводах используются дискретные датчики скорости ДСД1–ДСД9.

Наименование датчиков, исполнительных механизмов, виды сигналов представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Датчики и исполнительные механизмы

Позиционное обозначение	Наименование	Количество	Примечание, тип сигнала
ФД1	Датчик серии ЕЗF2 фирмы «Омрон»	1	Импульсный выход
ДСД1–ДСД9	Датчик слежения за вращением двигателя SG780 фирмы «Старт-Вектор»	9	Дискретный выход
ДУД1–ДУД4	Вибрационный концевой LVL фирмы «Пепперл + Футч»	4	Дискретный выход
ДУА1–ДУА5	Зонд для измерения уровня LGC фирмы «Пепперл + Футч»	5	Аналоговый выход, 4–20 мА
ДТ1	Термопара фирмы «Сименс»	1	Аналоговый выход
ДВ1, ДВ2	Тензодатчик веса серии ZFA фирмы «Адвантеч»	2	Аналоговый выход
К1–К7	Клапан электромагнитный двухпозиционный серии ВН фирмы «Сименс»	7	Напряжение питания катушки: 220 В, 50 Гц
АДК31–АДК39	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором 5А160S8	9	Сеть переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 380 В, мощностью 7,5 кВт
ПЧ1–ПЧ4	Преобразователь частоты векторного типа EI-9011 компании «ВЕСПЕР»	4	Полная мощность 10 кВт·А, диапазон управления скоростью 1:1000
КМ1–КМ5	Контактор серии 3TG10 фирмы «Сименс»	5	Коммутационная мощность до 10 кВт, ток до 20 А

2.2 Методические указания

Состав супервизорной системы автоматизации с модулями ввода-вывода Мiсro PC фирмы «Адвантеч» представлен на рисунке 2.2.

Для разработки структурной схемы супервизорной АСУ технологического комплекса шихтоподготовки рассмотрим пример разработки АСУ, предназначенной для автоматического управления камерами тепловлажностной обработки железобетонных изделий и ведения учета результатов работы.

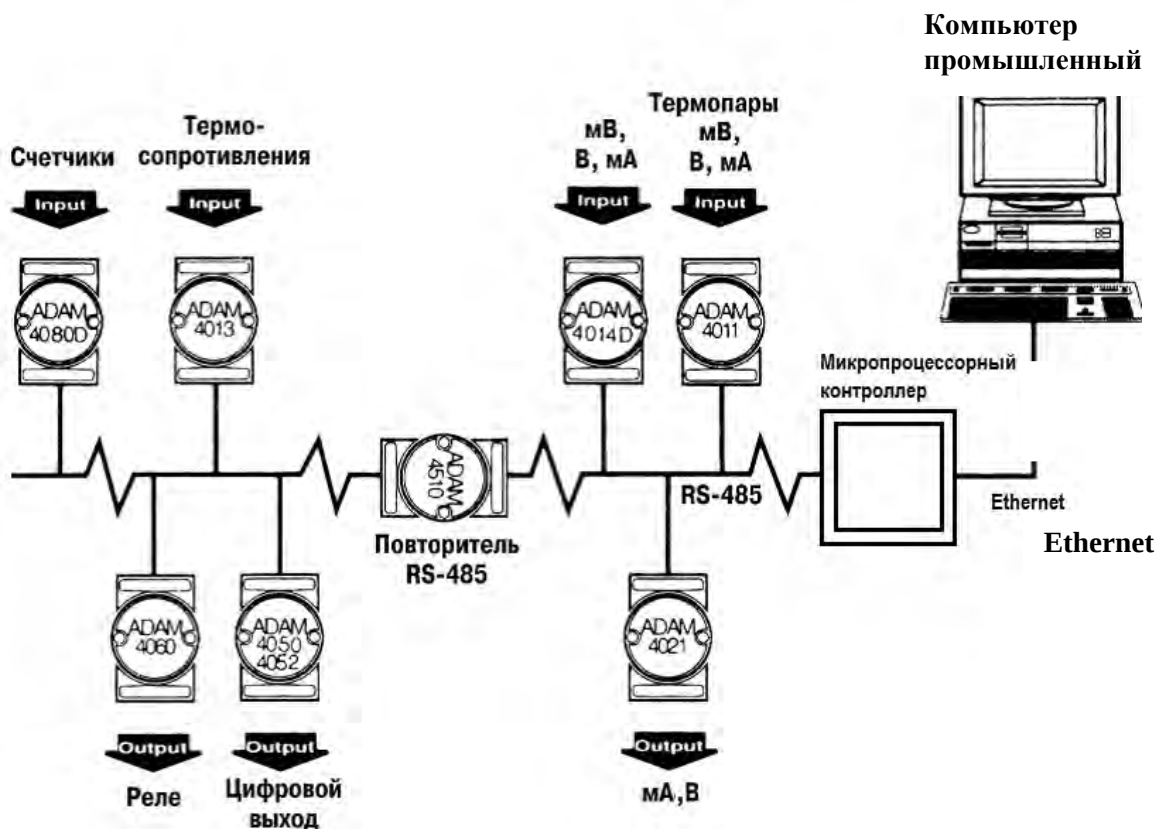


Рисунок 2.2 – Состав супервизорной системы автоматизации с модулями ввода-вывода Micro PC фирмы «Адвантеч»

В настоящее время на заводах сборного железобетона для ускорения процесса твердения повсеместно применяется термообработка отформованных изделий в пропарочных камерах. Изделия загружаются в камеру, камера закрывается и подается пар. Контроль режимов термообработки, как правило, производится «на глазок», в лучшем случае – с использованием ртутных термометров или самописцев для регистрации температуры. Регулирование подачи пара осуществляется вручную. Естественно, что это приводит к перерасходу энергоресурсов и в некоторых случаях к ухудшению качества изделий.

Каждая камера имеет датчик температуры и клапан управления подачей пара. Камеры территориально объединены в группы, каждая из которых может иметь свою систему вентиляции.

Система управления обеспечивает:

- автоматическое управление камерами в соответствии с заданным для каждой из них технологическим процессом, основными операциями которого являются предварительная выдержка, нагрев, изотермическая выдержка, охлаждение, вентилирование;

- нагрев или охлаждение ступенями с промежуточной выдержкой (количество ступеней до 10);

- автоматическую регистрацию параметров реализуемых технологических процессов;
- измерение температуры, давления и расхода пара;
- учет расхода пара и расчет удельного расхода;
- автономную работу камер при выключенном управляющем компьютере после загрузки задания на технологические процессы для каждой камеры;
- диагностику состояния оборудования;
- подготовку отчетов.

Структурная схема системы управления тепловлажностной обработки железобетонных изделий представлена на рисунке 2.3.

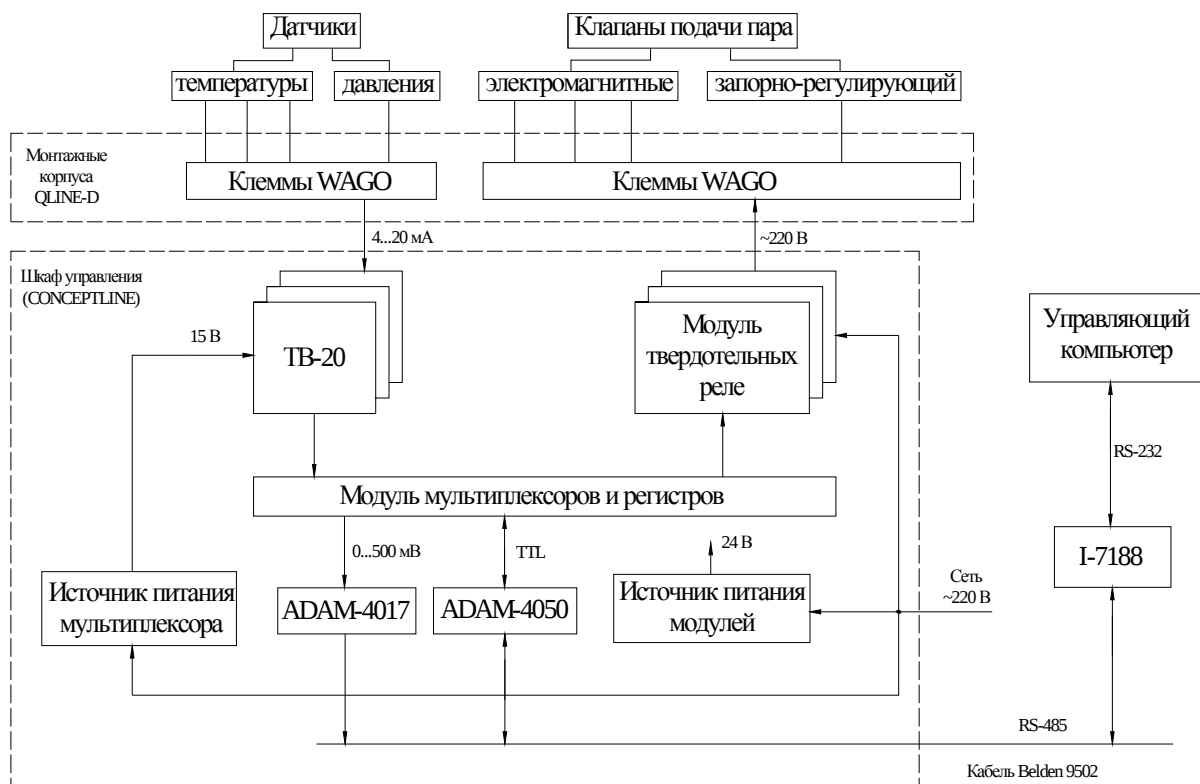


Рисунок 2.3 – Структурная схема супервизорной АСУ тепловлажностной обработкой железобетонных изделий

Управляющие функции выполняет контроллер связи I-7188 фирмы ISP DAS. По каналу RS-232 контроллер соединяется с управляющим компьютером, а по каналу RS-485 (кабель Belden 9502) – со шкафом управления.

Шкаф управления выполнен на базе конструктива CONCEPTLINE. В шкафу установлены модули аналогового ввода ADAM-4017 и цифрового ввода-вывода ADAM-4050 фирмы «Адвантеч» (могут использоваться аналогичные им модули ряда I или RIO), модуль мультиплексора и регистров, модули твердотельных реле (Cosmo), источники питания. Для подклю-

ния аналоговых сигналов к модулю мультиплексора применяются клеммные платы ТВ-20 (Fastwel).

Шкаф управления соединен кабелями с датчиками и клапанами подачи пара, для подключения которых в местах установки оборудования используются монтажные корпуса QLINE-D («Щрофф») с клеммами WAGO. Кабели фиксируются с помощью кабельных вводов RST. Время переключения каналов мультиплексора определяется длительностью цикла измерения в модуле ADAM-4017.

Для измерения температуры используются медные термосопротивления TCMY-205 (Элемер) с унифицированным выходным сигналом 4–20 мА. Такой же выход имеют датчики давления «Сапфир».

Компьютер и контроллер находятся в помещении заводской лаборатории, остальные элементы системы расположены в местах установки оборудования и удалены от лаборатории на 450 м. Шкаф управления CONCEPTLINE, монтажные корпуса QLINE-D, оснащенные герметизирующими кабельными вводами RST, обеспечивают для элементов системы степень защиты IP64.

Система работает под управлением микропроцессорного контроллера I-7188, который вместе с модулями ввода/вывода обеспечивает ввод данных с датчиков, обработку данных и вывод управляющих команд на исполнительные органы. Управляющий компьютер регистрирует и сохраняет параметры выполняемых технологических процессов и параметры состояния оборудования, параметры ПИД-регуляторов, нормализаторов входных сигналов, цифровых фильтров, таблицы логических каналов, ключи доступа и т. д. Компьютер обеспечивает цветное графическое отображение процесса работы оборудования, позволяет оператору вводить данные, хранит справочник изделий и справочник типовых технологических процессов, подготавливает и хранит отчеты о выполненных заданиях.

Микропроцессорный контроллер соединен по каналу RS-232 с компьютером.

Система управления предоставляет технологу широчайшие возможности по организации и оптимизации технологического процесса. Приведем некоторые из них:

- контроль степени загрузки каждой камеры изделиями (для начала технологического процесса требуется указать наименование и количество загруженных изделий, пользуясь встроенным справочником изделий, и система автоматически рассчитывает коэффициент загрузки камеры; при недостаточной загрузке система требует указать фамилию лица, ответственного за включение этой камеры);
- задание даты и времени начала технологического процесса для каждой из камер (это позволяет произвести пропарку ночью или в выходной день, когда стоимость пара ниже);

- задание для каждой камеры времени и характеристики подъема температуры (по линейному закону, на максимальной скорости, ступенями, ступенями с промежуточной выдержкой, а также их комбинацией; количество ступеней до 10);

- задание времени и характеристики охлаждения (произвольная, линейная, ступенями и т. д.) для каждой камеры;

- задание режима работы вентиляторов камер;

- ведение справочника изделий и справочника типовых технологических процессов;

- регистрация температуры и периода включения каждой камеры, регистрация температуры воздуха в цехе, регистрация температуры, давления и расхода пара, вывод всей накопленной информации в графическом виде для анализа;

- учет потребленного пара и расчет удельного расхода пара на 1 м³ бетона;

- ведение архива выполненных технологических операций;

- печать отчетных документов.

Несмотря на многообразие возможностей, работать с системой может даже неквалифицированный оператор, достаточно для соответствующих камер указать загруженные изделия, пользуясь справочником изделий, и выбрать технологический процесс из справочника типовых технологических процессов, а затем дать команду «Начать техпроцесс».

Далее система работает автоматически. В заданное время включается запорно-регулирующий клапан подачи пара, и после достижения на входе в камеры заданного давления пара, которое затем автоматически поддерживается системой, открываются клапаны подачи пара в заданные камеры. Температура в камерах контролируется по показаниям датчиков температуры и поддерживается системой посредством регулирования подачи пара в каждую камеру.

В процессе работы производится непрерывный контроль состояния оборудования, и при обнаружении отклонений параметров технологического процесса от нормы или отказов оборудования выполняется аварийное отключение неисправной камеры.

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.

- 2 Цель работы.

- 3 Задание.

- 4 Выбор комплекса технических средств – микропроцессорный контроллер Micro PC (корпус с необходимым количеством слотов, модуль процессора CPU, модули ввода/ вывода), промышленный компьютер PC,

интерфейс связи. Описание технических характеристик комплекса технических средств системы автоматизации.

5 Структурная схема супервизорной АСУ технологического комплекса шихтоподготовки, распределение функций.

6 Выводы.

Контрольные вопросы

1 Особенности построения супервизорной структуры системы автоматизации, распределение функций.

2 Особенности построения централизованной структуры системы автоматизации, распределение функций.

3 Особенности построения распределенной структуры системы автоматизации, распределение функций.

4 Какие бывают виды сигналов, уровни сигналов?

5 Особенности подключения датчика к управляющим устройствам системы автоматизации.

6 Особенности подключения исполнительных механизмов к управляющим устройствам системы автоматизации.

7 Как обеспечивается обмен информацией между микро-процессорными контроллерами, между микропроцессорными контроллерами и промышленными компьютерами?

8 Обеспечение ручного и наладочного режимов в системах автоматизации с помощью пульта дистанционного управления. Привести пример структурной схемы системы автоматизации, обеспечивающий переключение автоматического и ручного режимов работы.

3 Лабораторная работа № 3. Разработка функциональной схемы информационно-управляющей системы автоматизации

Цель работы: получение навыков проектирования информационно-управляющей системы автоматизации и выбора комплекса программно-технических средств автоматизации.

Задание

Разработать функциональную схему автоматизации информационно-управляющей системы технологической установки, обеспечивающую управление, сигнализацию и блокировки на базе программируемого микропроцессорного контроллера Micro PC и промышленного компьютера PC.

Подготовка к выполнению задания

- 1 Провести анализ технического процесса как объекта управления.
- 2 Выбрать средства автоматизации (датчики, микропроцессорный контроллер Micro PC с модулями ввода/вывода, CPU, промышленный компьютер PC, исполнительные механизмы).
- 3 Начертить функциональную схему автоматизации информационно-управляющей системы технологической установки с учетом контроля состояния исполнительных механизмов (датчики контроля скорости двигателей, концевые выключатели положения запорной арматуры – клапанов).
- 4 Составить спецификацию средств автоматизации.

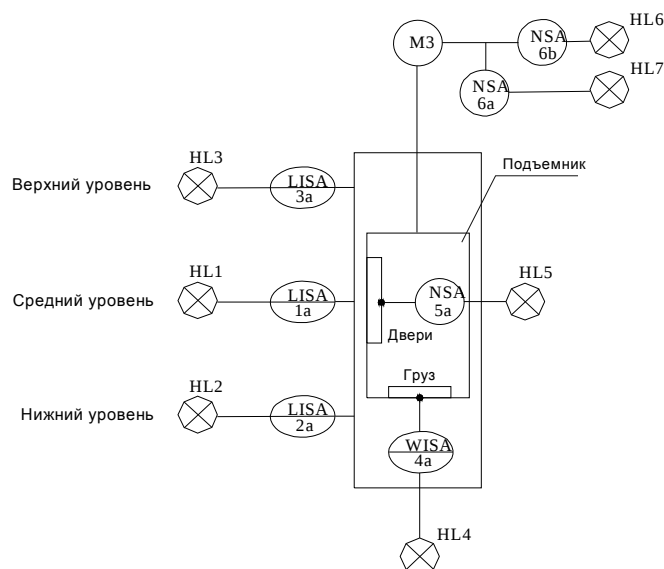
3.1 Объект автоматизации

Разработать систему автоматического управления работой грузового подъемника. Грузовой подъемник опускает тележку с грузом с верхнего уровня на нижний и возвращается обратно, но на более высокий уровень, где происходит загрузка подъемника и спуск груза на начальный верхний уровень. Имеются датчики двух верхних уровней, нижнего уровня, положения дверей, наличия тележки с грузом в кабине. Мощность на валу двигателя – 100 кВт. Система автоматизации грузового подъемника приведена на рисунке 3.1.

Разработать систему автоматического управления установкой, предназначенной для нагрева изделия токами высокой частоты и последующего его охлаждения струями воды. Время нагрева изделия в индукторе – 8 мин, технологическая обработка прессом – 4 мин. Изделие устанавливается в индуктор с помощью транспортера, а с помощью толкателя извлекается из индуктора. Спреерное устройство, подающее воду для закалки, управляется электромагнитным клапаном. Привод транспортера, толкателя – 3,5 кВт, пресса – 55 кВт. Система автоматизации установки индукционного нагрева установок приведена на рисунке 3.2.

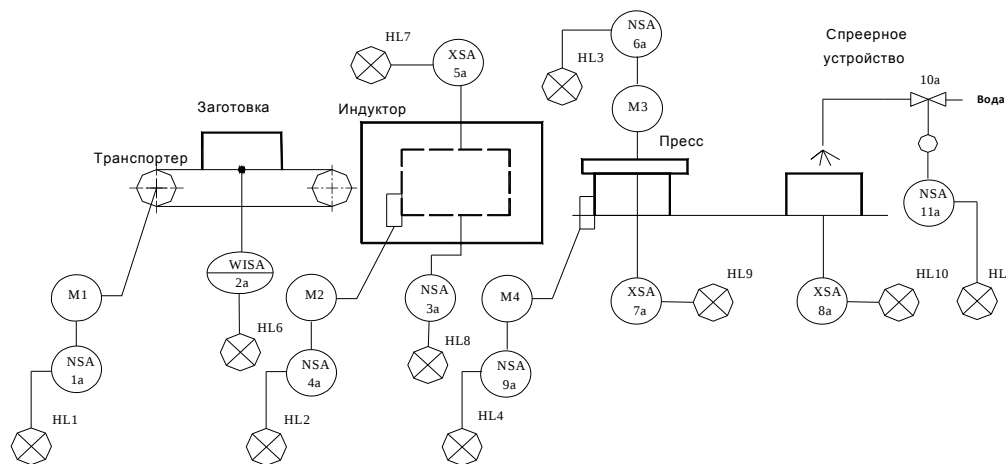
Разработать систему автоматического управления процессом транспортировки зерна из одного бункера в другой с помощью автоматической линии, состоящей из двух транспортеров и нории. Зерно из бункера 1 на транспортер поступает через заслонку с электроприводом. По мере заполнения бункера 2 или опорожнения бункера 1, что контролируется датчиками уровня, клапан закрывается, а автоматическая линия останавливается. Предусмотреть очередность включения и отключения транспортеров, чтобы исключить переполнение зерном неработающие транспортеры при выходе из строя одного из них. Мощность приводов транспортеров – 7,5 кВт, мощность заслонки – 2 кВт.

Система автоматизации линии транспортировки сыпучих материалов показана на рисунке 3.3.



Командные элементы			Исполнительные элементы			Пульт оператора	
№ входа	Название командных элементов	Поз. обозн.	№ выхода	Название исполнительных механизмов	Поз. обозн.	○ вверх ○ вниз ○ двери закрыты ○ Пуск ○ Стоп	
1	Датчик среднего уровня	1a	1	Реверсивный двигатель подъемника (движение вниз) М3	6a		
2	Датчик нижнего уровня	2a	2	Реверсивный двигатель подъемника (движение вверх) М3	6b		
3	Датчик верхнего уровня	3a					
4	Датчик наличия груза	4a					
5	Конечный выключатель положения дверей "закрыто/открыто"	5a					

Рисунок 3.1 – Система автоматизации грузового подъемника



Командные элементы			Исполнительные элементы			Пульт оператора	
№ входа	Название командных элементов	Поз. обозн.	№ выхода	Название исполнительных механизмов	Поз. обозн.	○ индуктор пустой ○ работает пресс ○ открыт клапан ○ Пуск ○ Стоп	
1	Кнопка "Стоп/Пуск"	-	1	Двигатель транспортера М 1	1a		
2	Датчик наличия заготовки на транспортере	2a	2	Контактор подачи напряжения ТВЧ	3a		
3	Датчик наличия заготовки в индукторе	5a	3	Двигатель толкателя индуктора М 2	4a		
4	Датчик наличия заготовки на прессе	7a	4	Двигатель пресса М 3	6a		
5	Датчик наличия заготовки в спреерном устройстве	8a	5	Двигатель толкателя пресса М 4	9a		
			6	Клапан подачи холодной воды 10a	11a		

Рисунок 3.2 – Система автоматизации установки индукционного нагрева установок

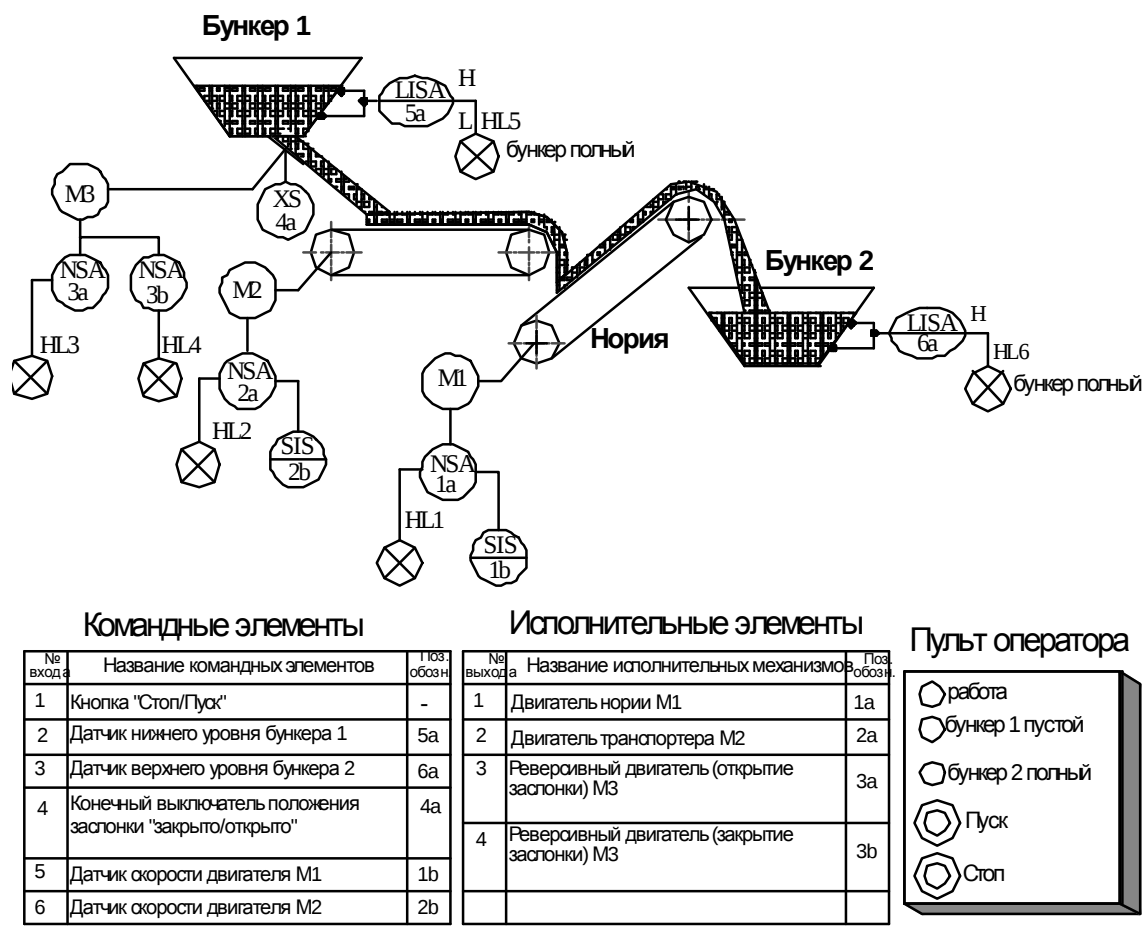


Рисунок 3.3 – Система автоматизации линии транспортировки сыпучих материалов

3.2 Методические указания

Условные графические и буквенные обозначения средств автоматизации должны соответствовать ГОСТ 21.404-85.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого прибора, входящего в комплект, является наименованием измеряемой комплектом величины. Например, в комплекте для измерения регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать **ТЕ**, вторичный регистрирующий прибор – **ТР**, регулирующий блок – **ТС** и т. п.

Например, первичные измерительные преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначаются **ТЕ**, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров и др.) – **FE**; бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний – **РТ**; бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей – **FT** и т. д.

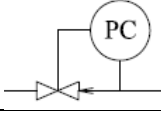
Примеры построения условных обозначений средств автоматизации представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404-85

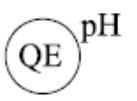
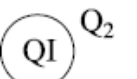
Наименование	Обозначение
1 Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.)	
2 Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный по месту (термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.)	
3 Прибор для измерения температуры, показывающий, установленный на щите (милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
4 Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
5 Прибор для измерения температуры, одноточечный, регистрирующий, установленный на щите (милливольтметр самопишущий, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
6 Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством, регистрирующий, установленный на щите (потенциометр многоточечный самопишущий, мост автоматический и т. п.)	
7 Прибор для измерения температуры, регистрирующий, установленный на щите (термометр манометрический, милливольтметр, логометр, потенциометр, мост автоматический и т. п.)	
8 Регулятор температуры, бесшкальный, установленный по месту (например, dilatометрический регулятор температуры)	
9 Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (например, вторичный прибор и регулирующий блок системы «Старт»)	
10 Прибор для измерения температуры, бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле температурное)	
11 Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
12 Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых воздушных линий, установленных на щите	
13 Прибор для измерения давления (разрежение), показывающий, установленный по месту (любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напорометр, вакуумметр и т. п.)	
14 Прибор для измерения перепада давления, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр показывающий)	



Продолжение таблицы 3.1

Наименование	Обозначение
15 Прибор для измерения давления (разрежения), бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
16 Прибор для измерения давления (разрежения), регистрирующий, установленный на щите (например, самопишущий манометр или любой вторичный прибор для регистрации давления)	
17 Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту (например, реле давления)	
18 Прибор для измерения давления (разрежения), показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.)	
19 Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия), «до себя»	
20 Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. п.)	
21 Прибор для измерения расхода, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей)	
22 Прибор для измерения соотношения расходов, регистрирующий, установленный на щите (любой вторичный прибор для регистрации соотношения расходов)	
23 Прибор для измерения расхода, показывающий, установленный по месту (например, дифманометр или ротаметр показывающий)	
24 Прибор для измерения расхода, интегрирующий, установленный по месту (например, любой бесшкальный счетчик-расходомер с интегратором)	
25 Прибор для измерения расхода, показывающий, интегрирующий, установленный по месту (например, показывающий дифманометр с интегратором)	
26 Прибор для измерения расхода, интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту (например, счетчик-дозатор)	
27 Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)	
28 Прибор для измерения уровня, показывающий, установленный по месту (например, манометр или дифманометр, используемый для измерения уровня)	
29 Прибор для измерения уровня, с контактным устройством, установленный по месту (например, реле уровня)	

Продолжение таблицы 3.1

Наименование	Обозначение
30 Прибор для измерения уровня, бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, уровнемер бесшкальный с пневмо- или электропередачей)	
31 Прибор для измерения уровня, бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту (например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква Н в данном примере означает блокировку по верхнему уровню)	
32 Прибор для измерения уровня, показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы Н и L означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней)	
33 Прибор для измерения плотности раствора, бесшкальный с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, датчик плотномера с пневмо - или электропередачей)	
34 Прибор для измерения размеров, показывающий, установленный по месту (например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты)	
35 Прибор для измерения любой электрической величины, показывающий, установленный по месту (надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую величину, располагаются либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа) (см., например, пп. 36–38)	
36 Вольтметр	
37 Амперметр	
38 Ваттметр	
39 Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор КЭП, многоцепное реле времени и т. п.)	
40 Прибор для измерения влажности, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор влагомера)	
41 Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра)	
42 Прибор для измерения качества продукта, показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах)	
43 Прибор для измерения качества продукта, регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе)	
44 Прибор для измерения радиоактивности, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций α- и β-лучей)	

Окончание таблицы 3.1

Наименование	Обозначение
45 Прибор для измерения частоты вращения привода, регистрирующий, установленный на щите (например, вторичный прибор тахогенератора)	
46 Прибор для измерения нескольких разнородных величин, регистрирующий, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится либо справа от прибора, либо на поле схемы в примечании)	 $U = f(F, P, T)$
47 Прибор для измерения вязкости раствора, показывающий, установленный по месту (например, вискозиметр показывающий)	
48 Прибор для измерения массы продукта, показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое или сигнализирующее)	
49 Прибор для контроля погасания факела в печи, бесшкальный, с контактным устройством, установленный на щите (например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы В должно быть оговорено на поле схемы)	
50 Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический, например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования термоЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)	 E/E
51 Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной – электрический)	 P/E
52 Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент К	
53 Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резервной буквы должно быть оговорено на поле чертежа схемы)	
54 Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.)	
55 Ключ управления, предназначенный для выбора режима управления, установленный на щите (например, приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико и поэтому наносится вне окружности)	

Рассмотрим пример разработки информационно-управляющей системы автоматизации технологической емкости, в которой реализованы функции: отображения информации, программно-логического управления, сигнализации, регулирования уровня в каскадной системе, контроля состояния исполнительных механизмов. Схема функциональная автоматизации на базе локальных средств автоматики представлена на рисунке 3.4.

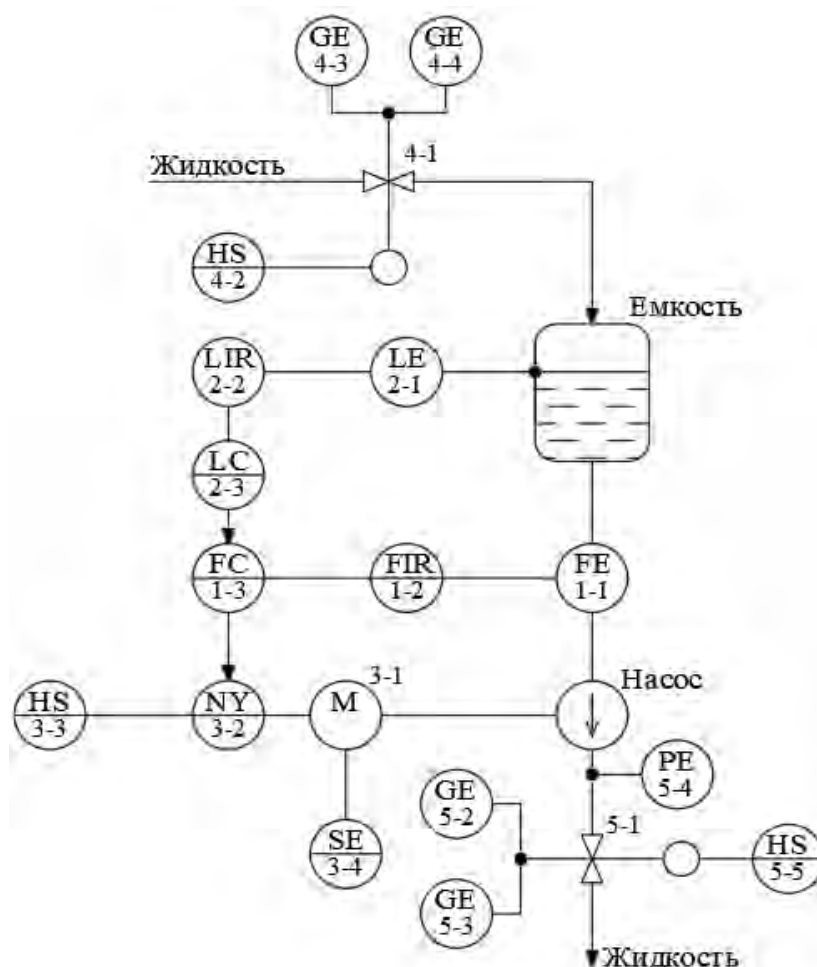


Рисунок 3.4 – Схема функциональная автоматизации на базе локальных средств автоматики

Обозначения, приведенные на рисунке 3.4, описаны в таблице 3.2.

Схема функциональная информационно-управляющей системы автоматизации технологической емкости на базе микропроцессорного контроллера Micro PC с модулями входа/выхода и промышленного контроллера PC представлена на рисунке 3.5.

Выбор средств автоматизации. Для реализации функций сбора информации, программно-логического управления выбран микропроцессорный контроллер Micro PC фирмы «Адванче» – ADAM 5000, в состав которого входят:

- процессорный модуль CPU: CDS-ADAM-5560-EWTCE;
- модуль дискретного ввода DI 1: ADAM-5052;
- модуль аналогового ввода AI 1: ADAM-5017P;
- модуль релейной коммутации RO 1: ADAM-5060;
- модуль сопряжения с PC ADAM-4541.

Функции отображения информации, регистрации и архивирования данных возложены на промышленный компьютер PC: PPC-103.

Таблица 3.2 – Описание средств автоматики

Позиционное обозначение	Наименование	Буквенное обозначение
1-1	Датчик расхода	FE
1-2	Вторичный показывающий и регистрирующий прибор контроля расхода	FIR
1-3	Регулятор расхода	FC
2-1	Датчик уровня	LE
2-2	Вторичный показывающий и регистрирующий прибор контроля уровня	LIR
2-3	Регулятор уровня	LC
3-1	Двигатель насоса	M
3-2	Частотный преобразователь	NY
3-3	Кнопочный пост управления двигателя M	HS
4-1	Клапан отсечной	–
4-2	Кнопочный пост управления клапана 4-1	HS
4-3	Концевой выключатель клапана 4-1 (положение открыт)	GE
4-4	Концевой выключатель клапана 4-1 (положение закрыт)	GE
3-4	Датчик скорости вращения двигателя M1	SE
5-1	Клапан отсечной	–
5-2	Концевой выключатель клапана 5-1 (положение открыт)	GE
5-3	Концевой выключатель клапана 5-1 (положение закрыт)	GE
5-4	Датчик давления на выходном трубопроводе	PE
5-5	Кнопочный пост управления клапана 5-1	HS

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Цель работы.
- 3 Задание.
- 4 Анализ технического процесса как объекта управления.
- 5 Выбор средства автоматизации – датчики, микропроцессорный контроллер Micro PC (корпус, CPU, модули ввода/вывода), промышленный компьютер PC, исполнительные механизмы, интерфейс связи с приложением веб-страниц технических характеристик средств автоматизации.
- 6 Функциональная схема информационно-управляющей системы автоматизации технологической установки, описание, распределение выполняемых функций.
- 7 Спецификация средств автоматизации.
- 8 Выводы.



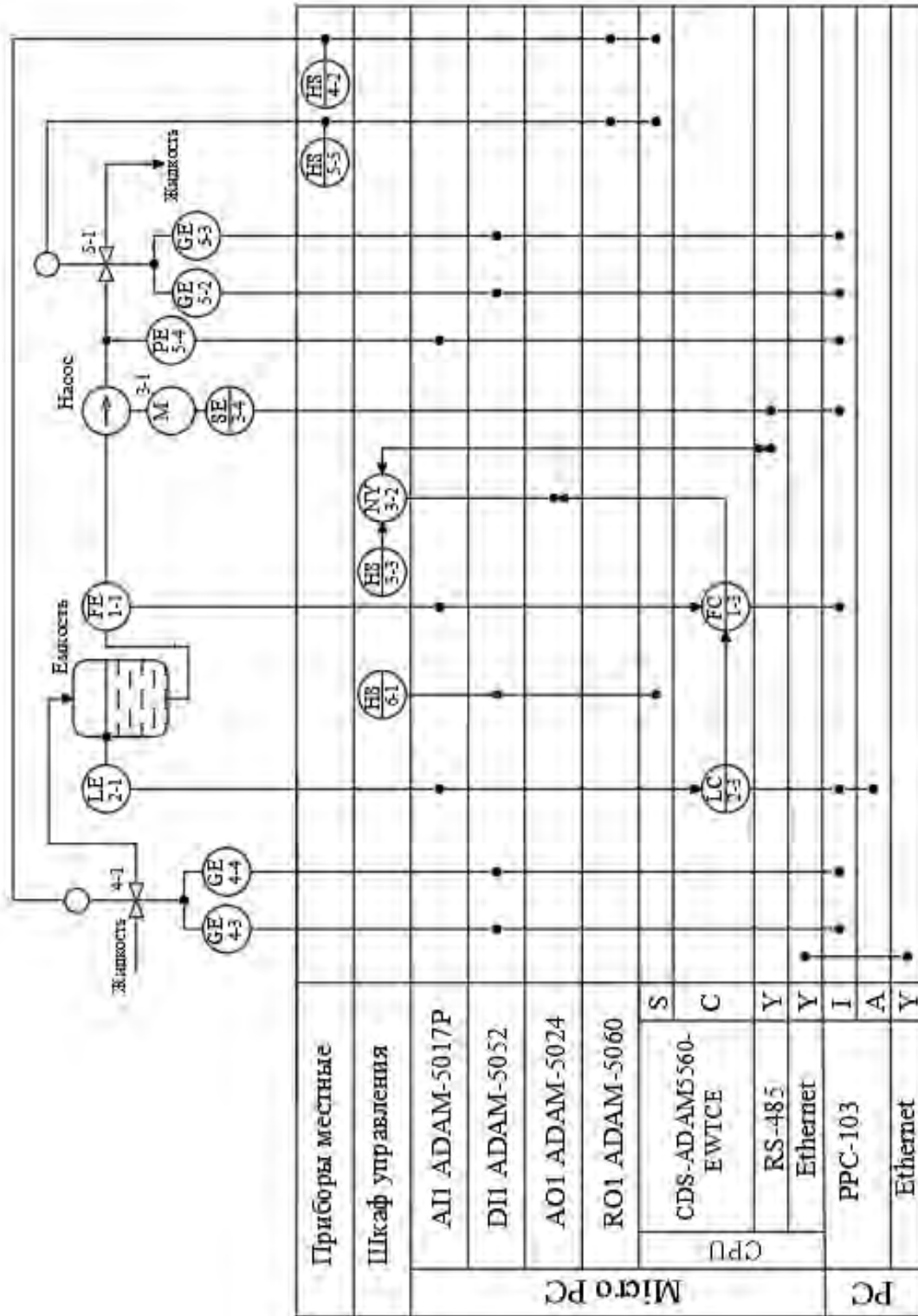


Рисунок 3.5 – Схема функциональная информационно-управляющей системы автоматизации технологической емкости

Контрольные вопросы

1 Обозначения условные графические и буквенные на функциональных схемах автоматизации датчиков (первичных преобразователей), примеры.

2 Обозначения условные графические и буквенные на функциональных схемах автоматизации вторичных показывающих приборов, установленных в шкафу управления, примеры.

3 Обозначения условные графические и буквенные на функциональных схемах автоматизации регуляторов технологических величин, примеры.

4 Обозначения условные графические и буквенные на функциональных схемах автоматизации исполнительных механизмов.

5 Как обеспечить контроль состояния исполнительных механизмов? Примеры обозначения устройств контроля на функциональных схемах автоматизации.

6 Условия выбора датчиков, исполнительных механизмов при разработке функциональных схем автоматизации, примеры.

7 Условия выбора модулей ввода/вывода, процессорного устройства, промышленного компьютера при разработке функциональных схем автоматизации, примеры.

8 Назначение алгоритма управления технологической установкой, особенности разработки алгоритма управления.

4 Лабораторная работа № 4. Синтез одноконтурных систем программно-логического управления

Цель работы: освоение приемов построения одноконтурных систем программно-логического управления на основе аппаратных и программных средств автоматизации.

Задание

Разработать одноконтурную систему программно-логического управления на основе комбинационной модели с использованием бесконтактных логических элементов и языков программирования Техно-FBD, Техно-IL SCADA Trace Mode.

Подготовка к выполнению задания

1 Изучить объект управления, начертить схему технологической установки с размещением датчиков и исполнительных механизмов, дать описание работы установки.



- 2 Построить таблицу состояния.
- 3 Записать логическую функцию (алгоритм функционирования).
- 4 Реализовать алгоритм функционирования на базе бесконтактных логических элементов, составить перечень элементов.
- 5 Разработать программное обеспечение для реализации одноконт-ной системы управления с помощью языка программирования Техно-FBD, Техно-IL SCADA Trace Mode (справочная система Trace Mode, быстрый старт, урок № 3).

4.1 Объект управления

Разработать систему сигнализации, включающую аварийную лампу при выходе напряжения за пределы 4–6 В. Цифровой вольтметр вырабатывает двоичный трехразрядный код и может измерять напряжение в диапазоне от 0 до 8 В.

Спроектировать систему управления, позволяющую экономить электроэнергию. В цехе установлено семь аппаратов, каждый потребляет мощность 1 кВт. Цех получает энергию от подстанции, где установлены два трансформатора мощностью 2 и 4 кВт, а силовая линия способна пропустить максимальную мощность 5 кВт. Необходимо включать первый трансформатор, второй или оба вместе в зависимости от мощности, потребляемой цехом.

Разработать систему управления браковочным устройством. Устройство содержит три дефектоскопа, одновременно контролирующих три зоны листа материала. При наличии в зоне одного дефекта дефектоскоп вырабатывает единичный сигнал. Если в листе больше, чем один, устройство должно подать единичный сигнал на толкатель, который сбрасывает негодный лист в бункер.

4.2 Методические указания

В некоторых технологических процессах управление вызвано не только отклонением технологических величин от номинальных значений, но и необходимостью выполнения технологических операций в определенное время, с определенной продолжительностью и в строго определенной последовательности. Причинами смены операций могут быть команды человека или автоматического устройства, выдающего их после получения сигналов от датчиков об окончании предыдущей операции в соответствии с заложенной в него программой. Управление технологических процессов переключательного типа называется программно-логическим.

Системы программно-логического управления, помимо управления механизмами технологических агрегатов, выполняют следующие функции: блокируют механизмы; контролируют состояние оборудования и выполня-

емые ими действия; сигнализируют об этом; включают и отключают локальные замкнутые системы регулирования.

Системы автоматической сигнализации и блокировки строят с использованием методов синтеза переключательных схем, содержащих, если необходимо, элементы памяти. Управление дискретными процессами, когда технологическое оборудование соединено в цепочку и выполняется ряд наперед заданных операций, реализуется с помощью жестких автоматов. Техническая реализация таких систем управления рациональна с помощью программируемых микропроцессорных контроллеров, ЭВМ, бесконтактных логических элементов (интегральных микросхем), релейно-контактной аппаратуры.

Существуют различные формы представления моделей дискретных последовательностей операций. Они могут быть представлены в виде таблиц состояния, циклограмм, графов. В комбинационных моделях, описывающих одноктактные системы управления, дальнейший ход цикла определяется состоянием входов и выходов объекта управления только в данном такте. В последовательных моделях, описывающих многотактные системы управления, необходимо отражать однозначное соответствие состояния выходов комбинациям состояния входов как на данном такте, так и в предыдущих.

Одноктактной системой управления называют систему, в которой выходной сигнал управления в любой момент времени полностью определяется входными сигналами в тот же момент времени. Синтез одноктактных систем управления проводится в несколько этапов.

Первый этап – построить таблицу состояния.

При числе входов n возможно $N = 2^n$ сочетаний комбинаций их «единичного» и «нулевого» уровней.

Второй этап – записать логическую функцию (алгоритм функционирования).

При составлении алгоритмов функционирования исполнительных механизмов применяют правило истинности (правило «единиц») или же правило ложности (правило «нулей»). Согласно правилу «единиц» для строк таблиц состояния, где выходная величина «единица», определяют произведение входных величин и складывают их, т. е. определяют дизъюнкцию конъюнкций входных переменных. Если значение входной величины «ноль», то берут ее инверсию.

Третий этап – реализовать алгоритм функционирования выбранным базисом элементов.

В качестве примера рассмотрим синтез одноктактной системы управления, обеспечивающей сортировку деталей по размерам $1a$ и $2a$. Контроль размеров деталей можно осуществить датчиками d_1 , d_2 , d_3 , установленными поперек роликового транспортера (рисунок 4.1).



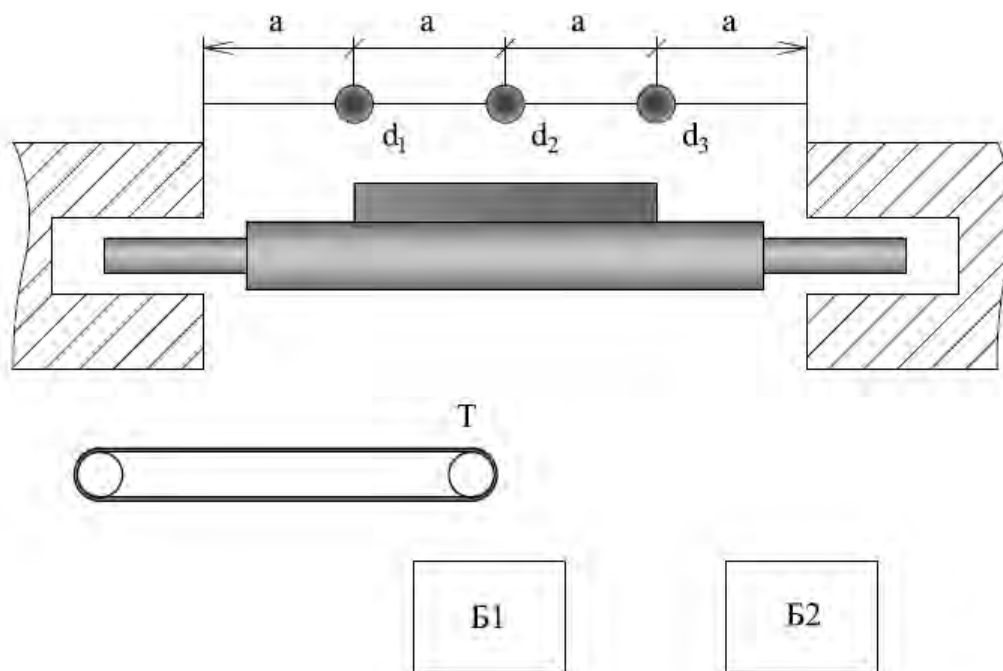


Рисунок 4.1 – Схема технологической установки

Если размер детали $2a$, то срабатывают два датчика, и устройство должно подать единичный сигнал на толкатель, который сбрасывает деталь в бункер Б2. Деталь размера $1a$ по транспортеру Т перемещается в бункер Б1.

Для построения комбинационной модели в виде таблицы состояния входов и выходов определим число N возможных сочетаний комбинаций n входов «единичного» и «нулевого» уровней: $N = 2^n = 2^3 = 8$. Поскольку последовательность смены комбинаций в данном случае роли не играет, в таблице состояния их удобно расположить следующим образом: чередуя 0 и 1 для первого входа через одно состояние, для второго – через два, для третьего – через четыре. Таблица состояния составляется для всех возможных комбинаций датчиков. Следует отметить, что не все комбинации состояний входов реально могут иметь место, тогда в колонке выхода не проставляется значение выходного сигнала. В соответствии с заданным алгоритмом управления для каждой комбинации записывают значение выходного сигнала. Выходной сигнал 0 или 1 соответственно означает сработал или нет толкатель. Состояние входов и выходов представлено в таблице 4.1.

Алгоритм функционирования исполнительного механизма (толкателя) запишем в виде логической суммы. Каждый член суммы записывается как произведение входных сигналов для тех состояний, в которых выход равен 1. Если входной сигнал равен 0, то он входит в произведение со знаком инверсии:

$$T \rightarrow d_1 \cdot d_2 \cdot \overline{d_3} + \overline{d_1} \cdot d_2 \cdot d_3. \quad (4.1)$$

Таблица 4.1 – Состояние входов и выходов

Номер комбинации	Состояние			
	входов			выхода
	d ₁	d ₂	d ₃	T
1	0	0	0	0
2	1	0	0	0
3	0	1	0	0
4	1	1	0	1
5	0	0	1	0
6	1	0	1	–
7	0	1	1	1
8	1	1	1	–

На рисунке 4.2 приведена система программно-логического управления сортировкой деталей на базе бесконтактных логических элементов.

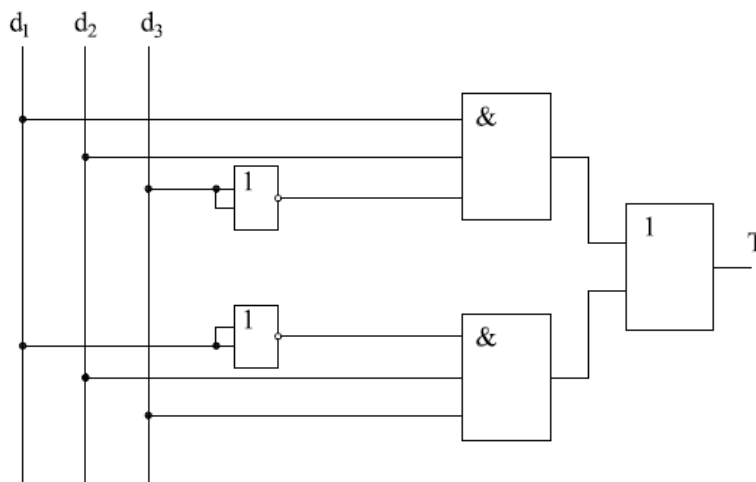


Рисунок 4.2 – Система программно-логического управления сортировкой деталей на базе бесконтактных логических элементов

Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-IL представлен на рисунке 4.3.

Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-FBD представлен на рисунке 4.4.

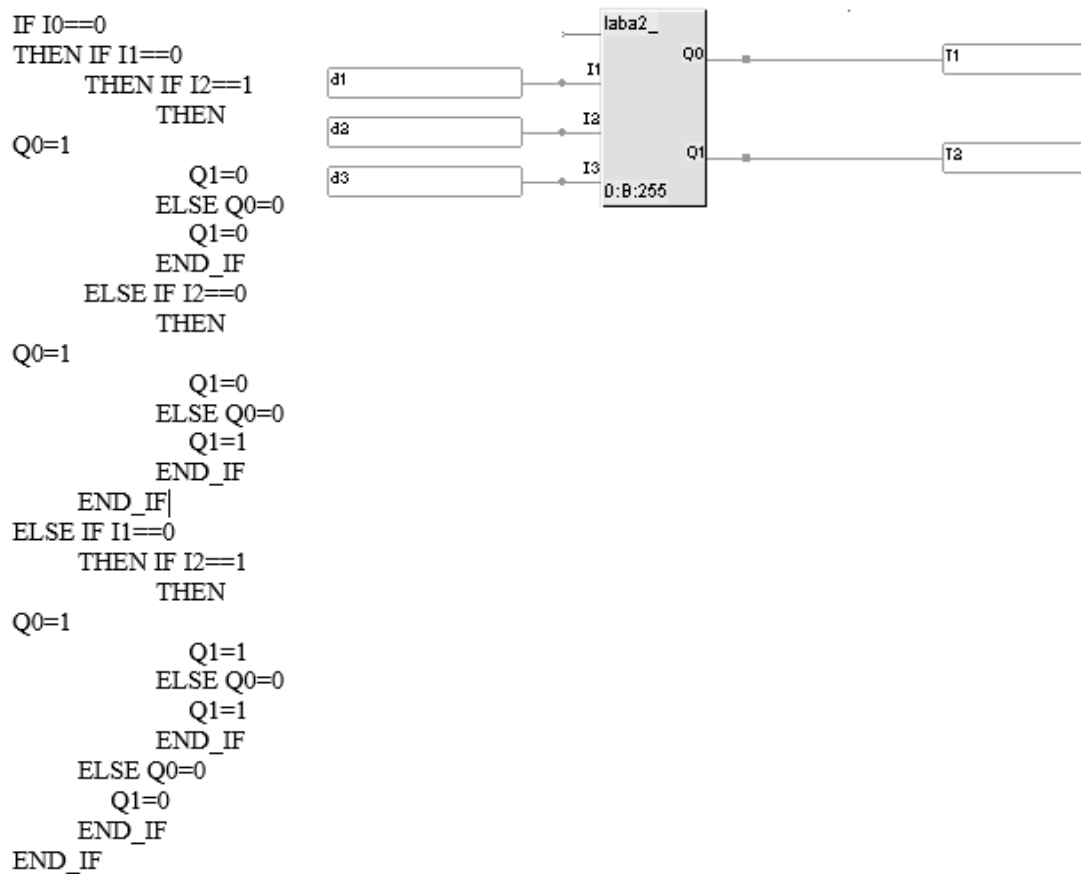


Рисунок 4.3 – Реализация алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-IL

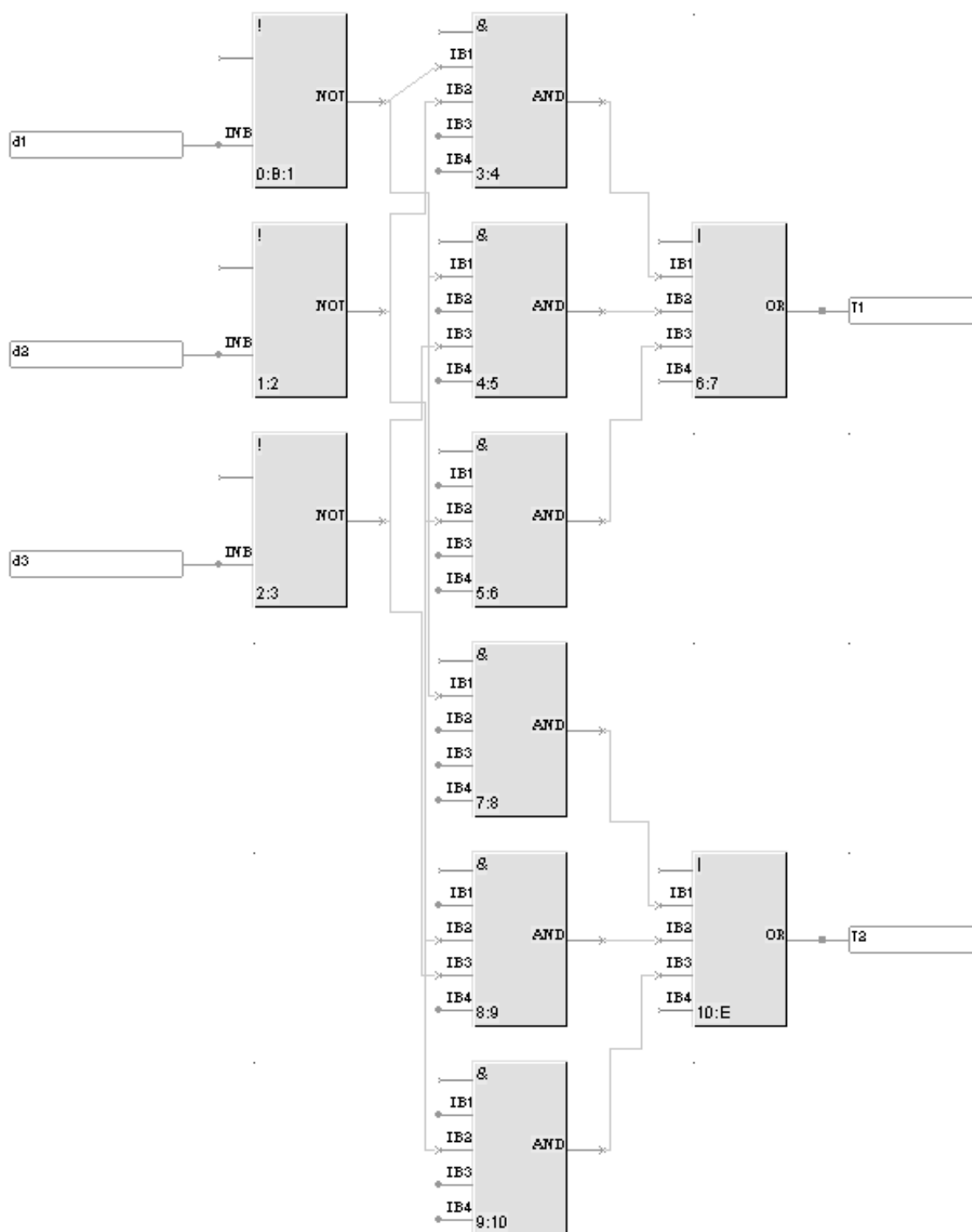


Рисунок 4.4 – Реализация алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-FBD

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Цель работы.
- 3 Задание.
- 4 Схема технологической установки объекта управления с размещением датчиков и исполнительных механизмов, описание работы установки.
- 5 Таблица состояния (комбинационная модель), алгоритм функционирования (логическая функция).
- 6 Реализация одноконтурной системы управления на базе бесконтактных логических элементов, перечень элементов.
- 7 Текст программы на языке Техно-FBD, Техно-IL.
- 8 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Определение одноконтурной системы программно-логического управления.
- 2 Особенности построения комбинационной модели (таблицы состояния) для синтеза одноконтурной системы программно-логического управления.
- 3 Формирование алгоритма функционирования исполнительными механизмами в одноконтурной системе программно-логического управления.
- 4 Особенности аппаратной реализации алгоритма функционирования в одной элементной базе – на бесконтактных логических элементах.
- 5 Особенности программной реализации алгоритма функционирования на языке программирования Техно-FBD.
- 6 Особенности программной реализации алгоритма функционирования на языке программирования Техно-IL.
- 7 Проектирование одноконтурных систем программно-логического управления в SCADA Trace Mode.
- 8 Отладка и трансляция одноконтурных систем программно-логического управления в SCADA Trace Mode.

5 Лабораторная работа № 5. Синтез многотактных систем программно-логического управления

Цель работы: освоение приемов построения многотактных систем программно-логического управления.

Задание

Разработать многотактную систему программного управления на основе последовательных моделей на базе программных средств автоматизации.

Подготовка к выполнению задания

1 Изучить объект управления, начертить схему технологической установки с размещением датчиков и исполнительных механизмов, дать описание работы установки.

2 Составить последовательную модель работы исполнительных механизмов.

3 Записать алгоритм функционирования (логическую функцию).

4 Разработать программное обеспечение для реализации многотактной системы управления с помощью языка программирования Техно-IL SCADA Trace Mode (справочная система Trace Mode, быстрый старт, урок № 3).

5.1 Объект управления

Разработать автоматическую систему сигнализации, обеспечивающую зажигание лампы при превышении предельно допустимой температуры 156 °С в двух точках объекта. Выключение лампы должно происходить только при уменьшении температуры до нормальной 110 °С в двух точках объекта. Сигналы о превышении температуры вырабатываются с помощью двух сигнализаторов температуры.

Разработать систему автоматического управления поддержанием уровня жидкости в заданных пределах в напорном резервуаре, из которого вытекает определенное количество жидкости. В случае, если уровень жидкости покрывает оба датчика предельных значений, датчики SLH, SLL подают сигнал «1». При понижении уровня жидкости ниже верхнего предельного значения датчик SLH подает сигнал «0», однако от датчика нижнего уровня SLL продолжает поступать сигнал «1». Насосное устройство подачи жидкости в резервуар отключено. Когда уровень жидкости понижается ниже нижнего уровня, от обоих датчиков поступает сигнал «0» и включается двигатель центробежного насоса 5,5 кВт. При превышении уровня жидкости до верхней предельной величины и поступления от обоих

датчиков SLH, SLL сигнала «1» должно произойти отключение двигателя насоса.

Разработать систему автоматического управления доступа к IBM PC. Кратковременное появление на входе системы управления кода 010 разрешает долговременный доступ к памяти вычислительной машины, т. е. на выходе системы вырабатывается единичный сигнал. Кратковременное появление на входе системы кода 100 вызывает прекращение связи оператора с памятью машины.

5.2 Методические указания

Технологический цикл работы исполнительных механизмов системы программно-логического управления делится на отдельные технологические такты – это конечный интервал времени, когда оборудование функционирует с неизменной комбинацией включенных либо отключенных командных элементов (кнопки, ключи), оповестительных элементов (датчики) и исполнительных элементов (двигатели, клапаны, заслонки).

Общая последовательность построения алгоритма функционирования (логической функции) технологического цикла представлена следующим образом.

Первый этап – составляется содержательное описание технологического цикла, в котором в произвольной повествовательной форме описывается технологический цикл при нормальном его ходе, аварийных ситуациях, наладочных режимах.

Второй этап – разбивается технологический цикл на такты, характеризующиеся неизменным состоянием исполнительных элементов и контролируемых параметров.

Третий этап – проводится анализ переходов от одного такта к другому при нормальных неаварийных ситуациях для выявления причин переходов, т. е. выявления изменения состояния командных и исполнительных элементов, вызывающих переход.

Четвертый этап – устанавливаются причинно-следственные и логические связи между входными и выходными элементами объекта управления, обусловленные требованиями технологического процесса.

Пятый этап – составляется графическое представление алгоритма функционирования в виде таблиц состояния, циклограмм.

Шестой этап – записывается алгоритм функционирования.

В многотактной системе управления выходной сигнал управления в любой момент времени определяется входными сигналами в данный момент времени и выходными сигналами в предыдущие моменты.

Многотактная система должна содержать элементы памяти, запоминающие предыдущие значения выходных сигналов.

Синтез многотактных систем управления проводится следующим образом.

- 1 Составляем циклограмму или таблицу состояния.
- 2 Определяем условие включения элемента $Y = F'(Y)$.
- 3 Определяем условие выключения элемента $Y = F''(Y)$.
- 4 Записываем алгоритм функционирования, определяющий работу элемента Y – это конъюнкция условия включения и инверсия условия выключения:

$$Y = F'(Y) \cdot \overline{F''(Y)}. \quad (5.1)$$

5 Если условие включения меняет свое значение во включающем периоде, то оно является недостаточным и требует введения в структуру вспомогательного элемента «память». Функцию такого вспомогательного элемента, обеспечивающего включенное состояние элемента Y в течение всего периода включения, могут выполнять самоблокировка элемента либо RS-триггер.

6 Реализация алгоритма функционирования выбранными программными или аппаратными средствами.

В качестве примера можно рассмотреть синтез многотактной системы программно-логического управления процессом приготовления кефира. В резервуар для сквашивания пастеризованное молоко подается насосом до определенного уровня, вносится дозированно закваска, включается мешалка (работает периодически: 10 мин работы, 2 ч паузы). Если кислотность соответствует норме $pH = 6,5$, открывается клапан подачи кефира на розлив, при достижении нижнего уровня клапан закрывается.

Процесс приготовления кефира состоит из строгой последовательности операций, определяющих технологический цикл. Операции имеют логическую взаимосвязь.

Последовательная модель технологического цикла работы командных и исполнительных механизмов в виде циклограммы для производства кефира представлена на рисунке 5.1. Командные и исполнительные элементы имеют следующие обозначения: SB1 – кнопка пуска двигателя насоса M1; SLH – контакт реле верхнего уровня, уровнемера, определяющий заполнение резервуара молоком; SF – контакт дозатора закваски; КТ – реле времени; SQ – контакт прибора, контролирующего кислотность кефира; SLL – контакт реле нижнего уровня уровнемера, определяющий уровень сливаемого из резервуара кефира; KM1 – магнитный пускатель двигателя насоса M1; Y1 – электромагнитный клапан подачи закваски; KM2 – магнитный пускатель двигателя мешалки M2; Y2 – электромагнитный клапан подачи кефира на розлив.



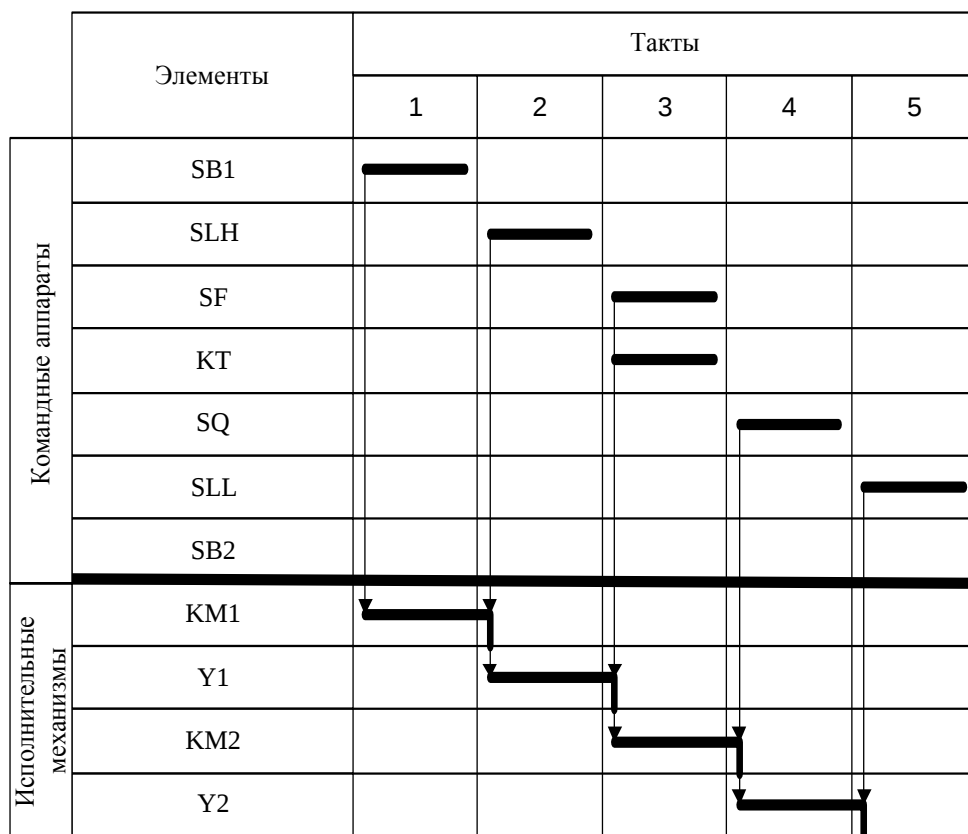


Рисунок 5.1 – Циклограмма работы командных и исполнительных элементов

Определяем условия включения исполнительных механизмов:

$$F'(KM1) = (SB + KM1); \quad (5.2)$$

$$F'(Y1) = SLH; \quad (5.3)$$

$$F'(KM2) = (\overline{SF} \cdot KT + KM2); \quad (5.4)$$

$$F'(Y2) = SQ. \quad (5.5)$$

Определяем условия выключения исполнительных механизмов:

$$F''(KM1) = SLH; \quad (5.6)$$

$$F''(Y1) = SF; \quad (5.7)$$

$$F''(KM2) = SQ; \quad (5.8)$$

$$F''(Y2) = SLL. \quad (5.9)$$

Алгоритм функционирования, определяющий работу исполнительных механизмов, имеет вид:

$$KM1 = (SB1 + KM1) \cdot \overline{SLH}; \quad (5.10)$$

$$Y1 = SLH \cdot \overline{SF}; \quad (5.11)$$

$$KM2 = (\overline{SF} \cdot KT + KM2) \cdot \overline{SQ}; \quad (5.12)$$

$$Y2 = SQ \cdot \overline{SLL}. \quad (5.13)$$

Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-FBD представлен на рисунке 5.2.

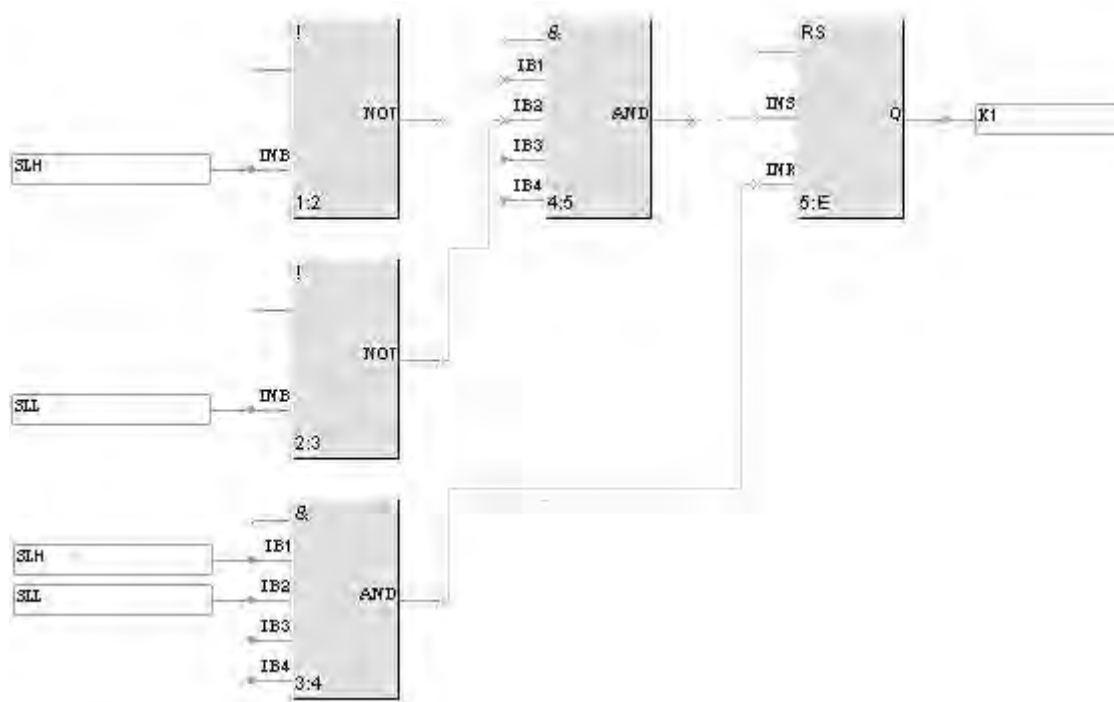


Рисунок 5.2 – Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-FBD

Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-IL представлен на рисунке 5.3.

```

IF I0==1
  THEN IF I1==1
    THEN Q0=0
    ELSE IF F0==1
      THEN
    ELSE
      END_IF
    END_IF
  ELSE IF I1==1
    THEN Q0=0
    ELSE Q0=1
    END_IF
  END_IF
F0=Q0

```

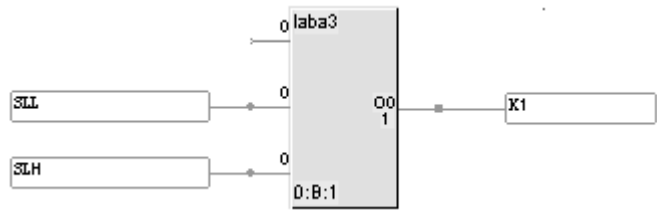


Рисунок 5.3 – Пример реализации алгоритма функционирования на базе языка программирования Техно-IL

Содержание отчета

- 1 Титульный лист.
- 2 Цель работы.
- 3 Задание.
- 4 Схема технологической установки объекта управления с размещением датчиков и исполнительных механизмов, описание работы установки.
- 5 Таблица состояния, граф, циклограмма (последовательная модель), алгоритм функционирования.
- 6 Текст программы на языке Техно-FBD, Техно-IL.
- 7 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Определение многотактной системы программно-логического управления.
- 2 Особенности построения последовательной модели (таблицы состояния) для синтеза многотактной системы программно-логического управления, пример.
- 3 Формирование алгоритма функционирования исполнительными механизмами в многотактной системе программно-логического управления на основе таблицы состояния, пример.
- 4 Особенности построения последовательной модели (графа) для синтеза многотактной системы программно-логического управления, пример.

5 Формирование алгоритма функционирования исполнительными механизмами в многотактной системе программно-логического управления на основе графа, пример.

6 Особенности построения последовательной модели (циклограммы) для синтеза многотактной системы программно-логического управления, пример.

7 Формирование алгоритма функционирования исполнительными механизмами в многотактной системе программно-логического управления на основе циклограммы, пример.

8 Проектирование многотактных систем программно-логического управления в SCADA Trace Mode.

Список литературы

1 **Иванов, А. А.** Автоматизация технологических процессов и производств : учеб. пособие для вузов / А. А. Иванов. – М. : Форум, 2011. – 223 с.

2 **Белов, М. П.** Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебник для вузов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. – М. : Академия, 2004. – 576 с.

3 Основы автоматизации техпроцессов : учеб. пособие для вузов / А. В. Шагин [и др.]. – М. : Высш. образование, 2009. – 163 с.

4 **Рачков, М. Ю.** Технические средства автоматизации : учебник для вузов / М. Ю. Рачков. – 2-е изд., стер. – М. : МГИУ, 2009. – 185 с.

5 **Шишмарев, В. Ю.** Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарев. – М. : Академия, 2007. – 368 с.

6 **Соснин, О. М.** Основы автоматизации технологических процессов и производств : учеб. пособие для вузов / О. М. Соснин. – М. : Академия, 2007. – 240 с.

7 **Волчкевич, Л. И.** Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие для вузов / Л. И. Волчкевич. – 2-е изд., стер. – М. : Машиностроение, 2007. – 380 с.

8 **Браславский, И. Я.** Энергосберегающий асинхронный электропривод : учеб. пособие для вузов / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. – М. : Академия, 2004. – 256 с.

9 Краткий каталог продукции. Передовые технологии автоматизации. – М. : ProSoft. – 2014. – 192 с. : ил.

