

НПП Промышленная Автоматизация

105077, г. Ижевск, ул. Набережная реки Ижма, д.34, 1 этаж.
телефон: +7 (495) 603-8394, 603-8365
факс: +7 (495) 540-9708
E-mail: mail@indautomation.ru
web: www.indautomation.ru

Rockwell Automation

Authorized System Applicator
and Solution

 **Allen-Bradley**

 **ROCKWELL
SOFTWARE**

Industrial Automation Products



ALLEN-Bradley Rockwell Automation ControlLogix5555™, CompactLogix™

ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ КОМПРЕССОРОМ

КАЗАНЬ-МОСКВА 2006

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ/ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
I. СА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ДЛЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ	4
1.1 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ	4
1.2 ОБОРУДОВАНИЕ	6
II. СА ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА	10
2.1 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАНИЕ	10
III. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ	11
IV. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОМПАЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ	12
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ)	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (КРАТКИЙ ОПРОСНЫЙ ЛИСТ)	15

ВВЕДЕНИЕ/ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Современный уровень развития систем автоматизации и существующий уровень научных разработок в части математического обеспечения PLC-контроллеров позволяют в реальном масштабе времени точно определять координаты рабочей точки характеристики компрессора относительно линии границы помпажа и осуществлять эффективное антипомпажное регулирование, учитывающее как изменение состава газа, так и динамику приближения рабочей точки к границе помпажа (рис. 1).

Возможность расчета в реальном масштабе времени позволяет минимизировать необходимый запас на регулирование (расстояние от линии регулирования до границы помпажа), т.е. максимально расширить область доступных рабочих точек характеристики компрессора без открытия байпасной (сбросной) арматуры, обеспечивая при этом высокий КПД компрессорной установки без снижения уровня безопасности.

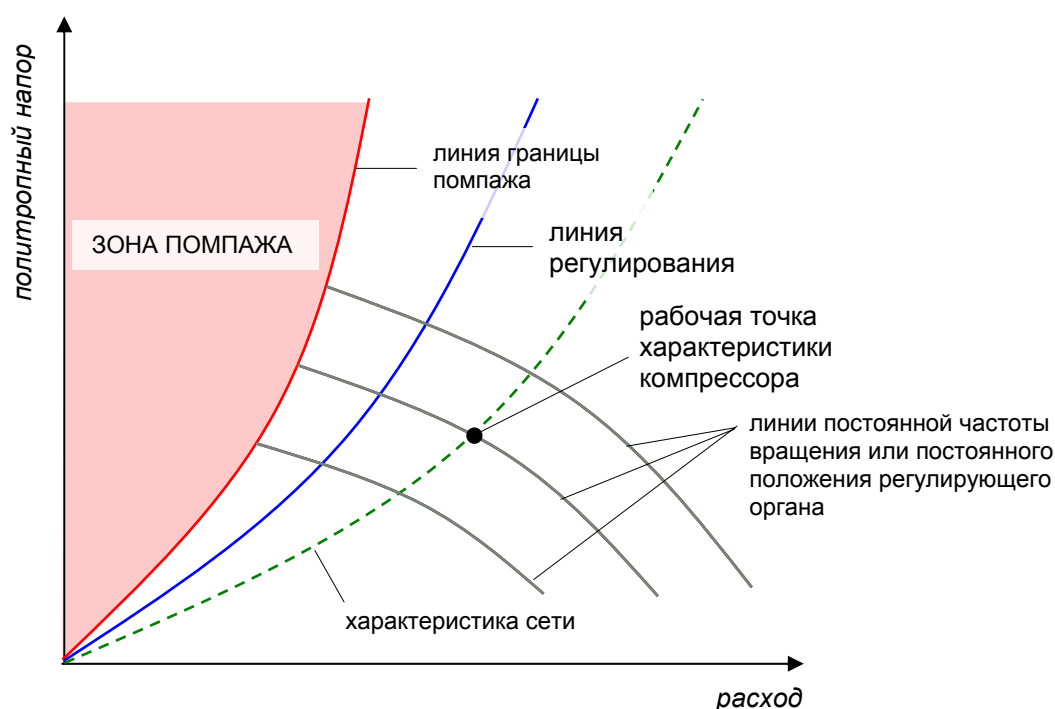


Рис 1. Политропный напор – характеристика расхода

Сложность алгоритмов защит и управления, необходимость проведения вычислений с циклом менее 10 мс, повышенные требования к надежности приводят к необходимости использования оборудования таких известных фирм, как Allen-Bradley Rockwell-Automation для построения систем автоматизации компрессорных установок.

В настоящей брошюре кратко рассматриваются основные структуры систем управления компрессорных установок и оборудование, используемое для их построения. Также приводятся основные этапы работ по проекту автоматизации компрессорной установки и порядок проведения помпажных испытаний.

В брошюре не приводятся какие-либо сведения об алгоритмах антипомпажной защиты, которые являются запатентованной интеллектуальной собственностью ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б.Шнеппа», г. Казань.

I. СА ЦЕНТРОБЕЖНОГО КОМПРЕССОРА ДЛЯ ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ

1.1 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Подсистема защит и управления компрессором состоит из двух основных частей: **Основной контроллер** и **Сигнализатор помпажа** (рис.2).

Для организации рабочего места машиниста-оператора используется **локальная станция** PanelView промышленного исполнения шкафного монтажа, либо, в случае автоматизации компрессорной станции, рабочее место организуется на базе **PC** промышленного исполнения с программным обеспечением **RSView SE**.

Основной контроллер выполнен на базе оборудования ControlLogix5555 и предназначен для выполнения следующих основных функций:

- Защита оборудования и технологии от опасных режимов работы и перевод компрессорной установки в безопасное состояние при срабатывании аварийных блокировок.
- Предупредительная сигнализация и запрет пуска при выходе параметров компрессорной установки за допустимые пределы.
- Автоматическая подготовка к пуску включая: выполнение предпусковых операций, безударный выход в сеть, разгрузки при выходе из сети и т.п.
- Отработка защиты компрессора, включая обеспечение алгоритмов стратегии «выживания» при выходе из строя полевого КИП, либо единичных каналов измерения.
- Технологическое регулирование (автоматическое поддержание на заданном уровне давления всасывания, давления нагнетания или расхода газа), а также автоматическое регулирование требуемых параметров компрессорной установки (давления и температуры масла в коллекторе смазки, температуры после байпасного холодильника и т.п.).
- Обеспечение оптимального распределения нагрузки при параллельной или последовательной работе нескольких компрессоров в один коллектор.

Параметры алгоритмов антипомпажного регулирования заложенные в основной контроллер, устойчивы к изменениям состава компримируемого газа и учитывает динамику приближения рабочей точки к границе помпажа.

Сигнализатор помпажа выполнен на базе оборудования CompactLogix и обеспечивает дополнительный уровень антипомпажной защиты. Программное обеспечение сигнализатора помпажа определяет момент вхождения компрессора в помпаж в течение времени не более 50 мс с начала первого «хлопка» и выдает в **Основной контроллер** сигнал на экстренное открытие байпасного (сбросного) клапана. Распознавание помпажа ведется с помощью многопараметрического группового стохастического анализа динамики газодинамических и мощностных параметров компрессорной установки. Применяемые ЗАО «НИИТурбокомпрессор» алгоритмы распознавания помпажа, не имеют аналогов в мире и защищены многочисленными патентами. Анализ динамики процесса компримирования ведется в контроллере в реальном масштабе времени с периодом менее 10 мс.

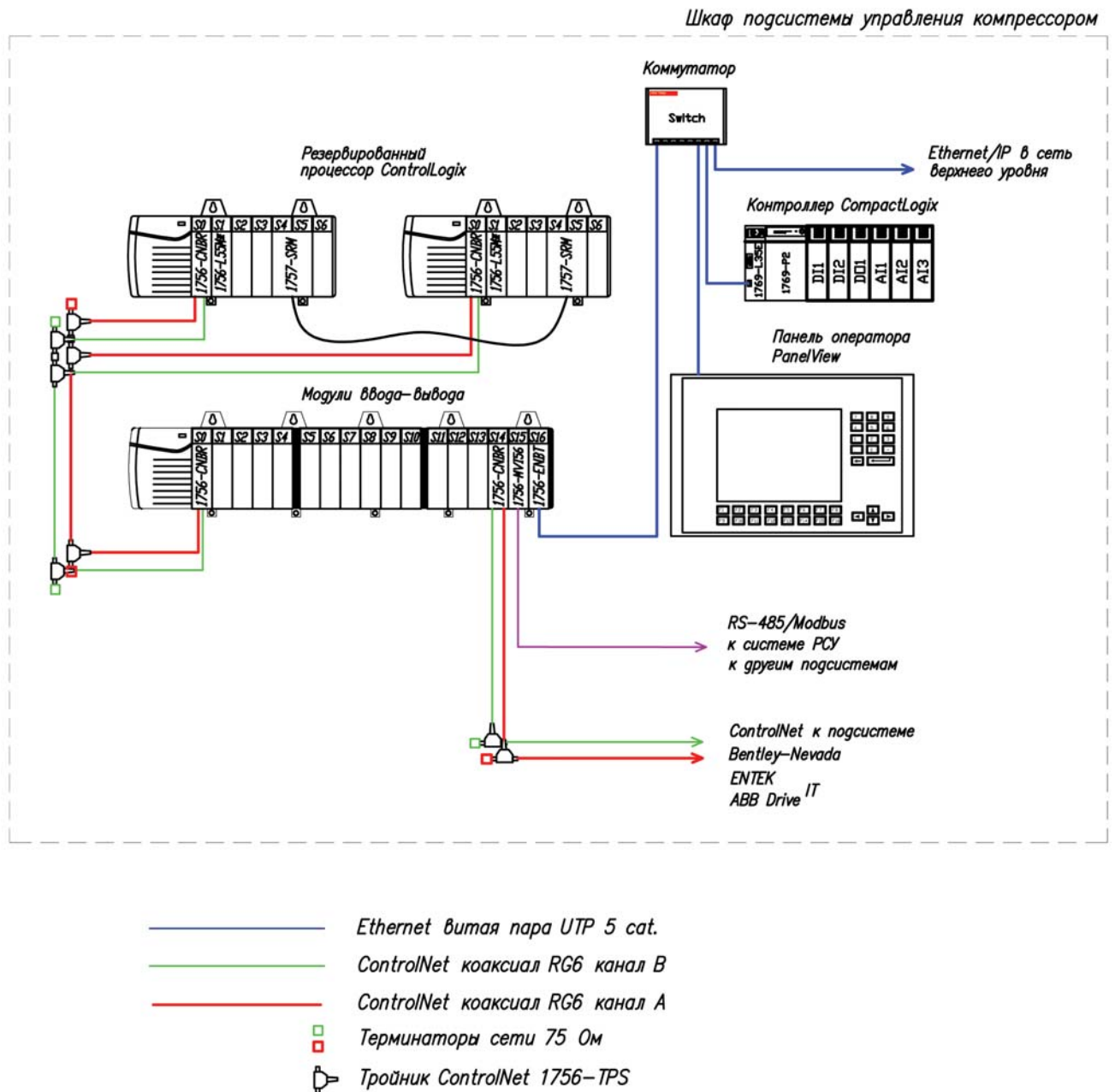


Рис.2 СА ЦК для взрыво-пожароопасных производств и объектов, резервируемое CPU основного контроллера

1.2 ОБОРУДОВАНИЕ

Основной контроллер ControlLogix5555 производства компании Allen-Bradley, США, имеет резервированную центральную часть (резервируется центральный процессор 1756-L55M13(M12,14,15,16)). Процессоры (основной и резервный, рис.2) устанавливаются в независимые шасси 1756-A7 с независимыми источниками питания 1756-PA72 и модулем резервирования 1757-SRM, оптоволоконной линией связи модулей резервирования основного и резервного каркасов 1757-SRC1.

В каждое процессорное шасси 1756-A7 установлено:

- резервированный модуль связи 1756-CNBR для организации внутренней сети ControlNet (5 Мбод) предназначенной для связи процессора с шасси модулей ввода/вывода
- модуль связи 1756-ENBT для организации информационно-управляющей сети Ethernet/IP (Ethernet Industrial Protocol), связывающей контроллеры ControlLogix5555, CompactLogix и станции оператора.

Модули ввода-вывода устанавливаются в одно (или несколько) шасси 1756-A17 (A4,A7,A10,A13), укомплектованное (-ые) своим источником питания 1756-PA72 и модулем связи 1756-CNBR.

Для организации интерфейса с оборудованием других производителей по протоколу MODBUS, используется модуль (-и) MVI56-MCM (два универсальных порта RS232/RS485), устанавливаемый в шасси модулей ввода-вывода.

Для организации интерфейса с подсистемой вибродиагностики (например Bently-Nevada, Entek) наряду с обменом посредством токовых сигналов 40-20 мА может использоваться внутренняя сеть ControlNet. В этом случае контроллер Allen-Bradley распознает модули вибродиагностики как свои собственные. Сеть ControlNet используется также для связи с преобразователями частоты основных мировых производителей, таких как ABB Drive^{IT}.

Сигнализатор помпажа CompactLogix производства компании Allen-Bradley имеет модульное построение и монтируется на DIN-рейку. К процессору 1769-L20 (-L30,-L35E) набираются модули входных-выходных сигналов серии 1769 в количестве, зависящем от типа компрессорной установки и сложности расчетных задач.

Для конфигурирования контроллеров ControlLogix5555, CompactLogix используется программный пакет **RLD700ENE Professional**, в состав которого входит:

1. **RSLogix 5000** – 32-разрядное ПО для Windows NT, построитель стратегии управления, включающий:
 - Ladder Logic
 - FBD (Functional Block Diagram)
 - SFC (Sequential Function Chart)
 - STX (Structured Text)

RSLogix имеет следующие характеристики:

- Online- и Offline- программирование (в реальном режиме времени и обычное программирование)
 - Компоновка и конфигурирование модуля ввода-вывода
 - Информация о перекрестных ссылках
 - Тренды
 - Расширенное выявление неисправностей
2. **RSLinx** - коммуникационное программное обеспечение. Служит для связи RSLogix 5000 с контроллером, а также организует через OPC -, DDE -, Advance DDE серверы связь программ верхнего уровня (SCADA, и др.) с программируемыми контроллерами.

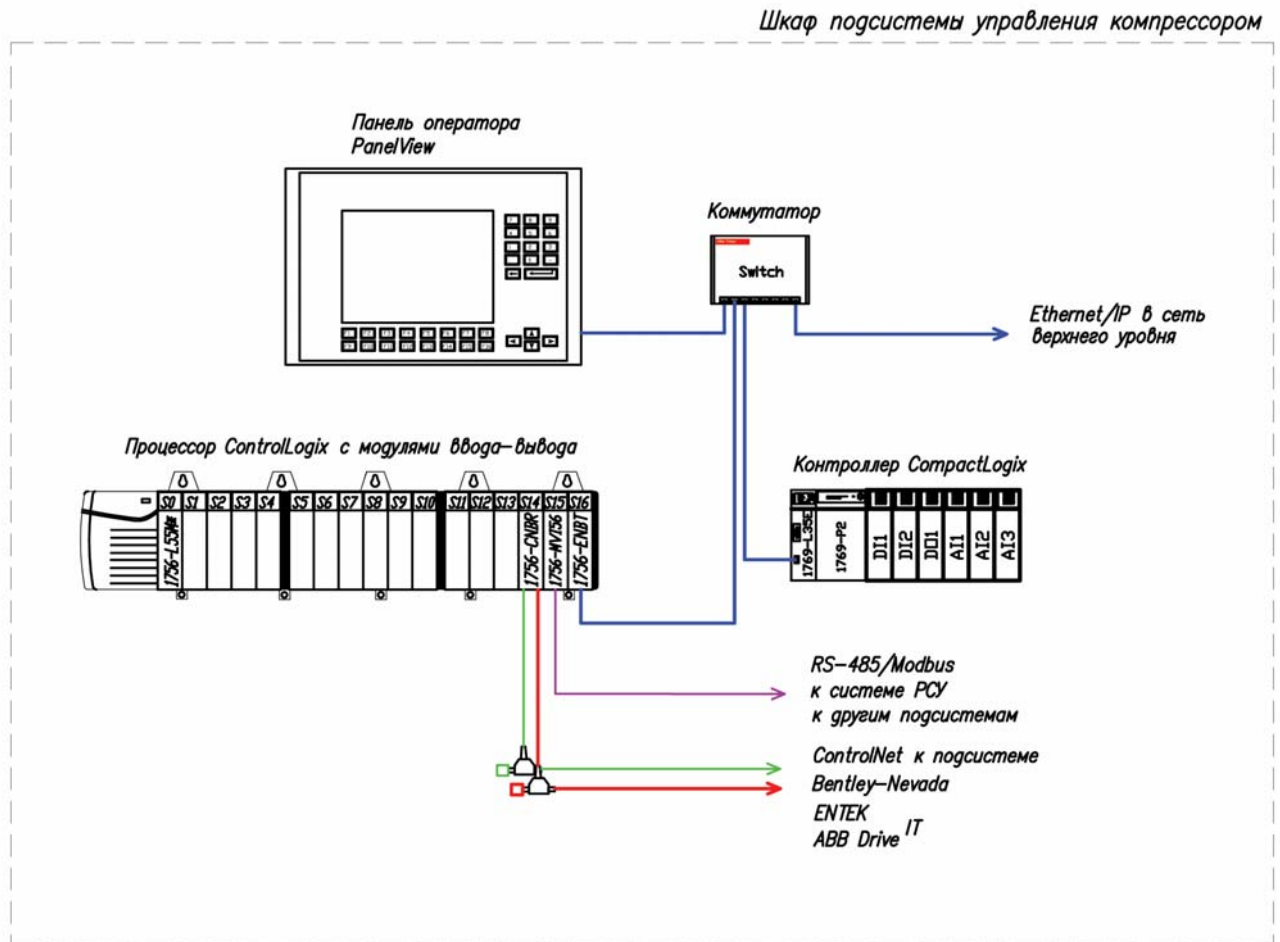
Локальная станция PanelView производства компании Allen-Bradley имеет промышленное исполнение, монтируется в дверь шкафа контроллеров, поставляется с функциями Touch Screen, клавиатурой, либо имеет совмещенные функции.

В схеме «рабочий+резервный» компрессор, исходя из соображений безопасности и удобства обслуживания, целесообразно иметь независимые подсистемы для каждого компрессора. При этом, учитывая наличие сертификата TUV, позволяющего использовать нерезервированный ControlLogix5555 в качестве ПАЗ на взрыво-пожароопасных производствах, в большинстве случаев не требуется резервировать центральную часть для каждой подсистемы. На рис.3 представлена структура системы без резервирования центральной части контроллера ControlLogix5555.

Оборудование контроллеров, станция оператора, барьеры искрозащиты, терминальное оборудование, монтируются в шкаф Rittal двустороннего доступа (рис. 4).

Как правило, в проекте применяются:

- активные барьеры искробезопасности - компании G.M. International
- реле, коптеры, клеммное оборудование, резервированные источники питания 24VDC - компании PhoenixContact.



- Ethernet витая пара UTP 5 cat.
- ControlNet коаксиал RG6 канал B
- ControlNet коаксиал RG6 канал A
- Терминаторы сети 75 Ом
- Терминаторы сети 75 Ом
- ☛ Тройник ControlNet 1756-TPS

Рис.3 СА ЦК для взрыво-пожароопасных производств и объектов без резервирования CPU основного контроллера

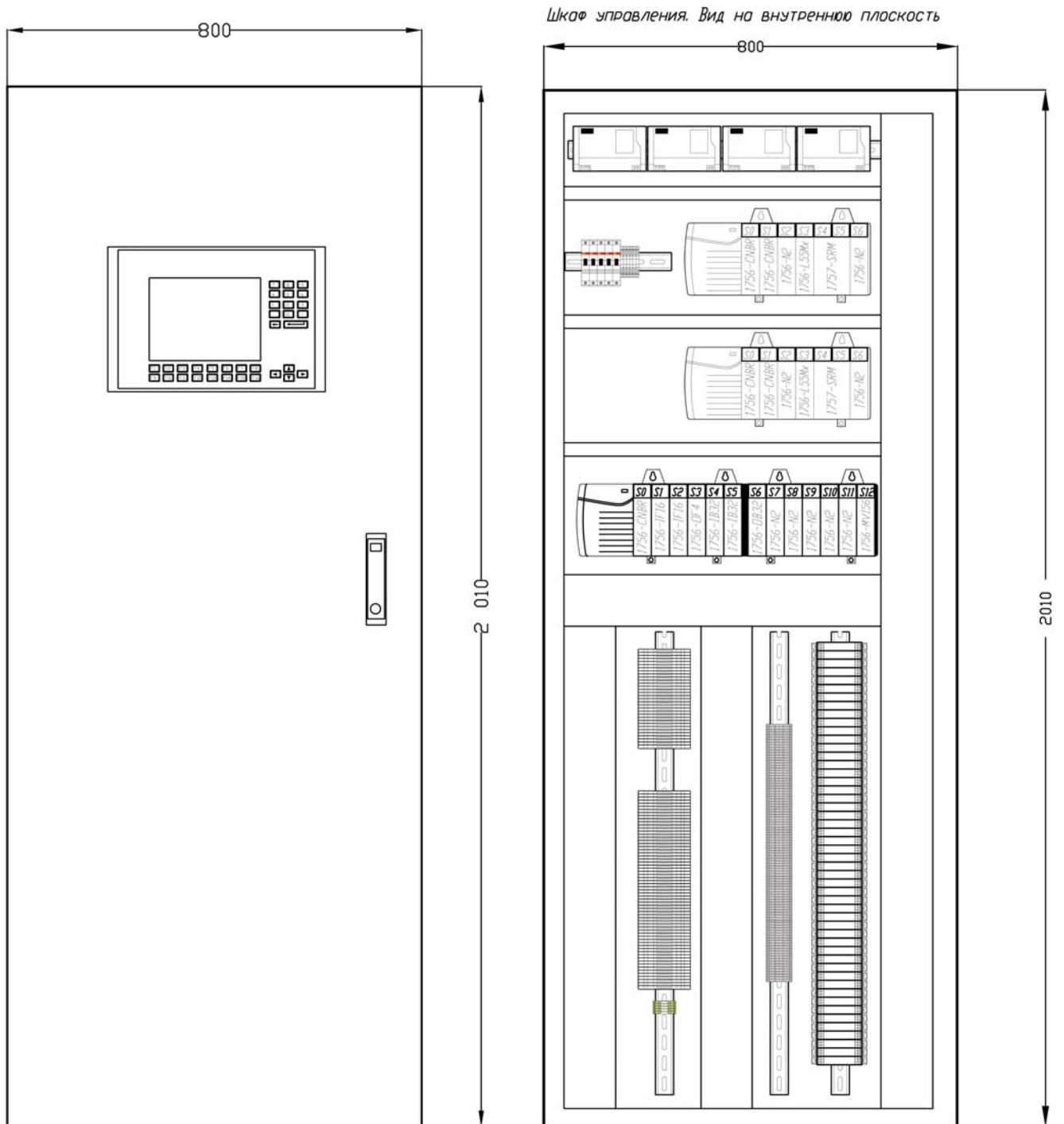


Рис.4 Размещение оборудования СА ЦК в шкафу.

II. СА ВОЗДУШНОГО КОМПРЕССОРА

2.1 СТРУКТУРА СИСТЕМЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Подсистема защит и управления воздушным компрессором состоит из двух основных частей: **Основной контроллер**, одновременно выполняющий расчетные функции сигнализатора помпажа и **локальная станция** (рис. 5).

Основной контроллер выполнен на базе оборудования CompactLogix 1769-L30, L35E.
Локальная станция PanelView типа 2711-B5A20, 2711-B6C20.

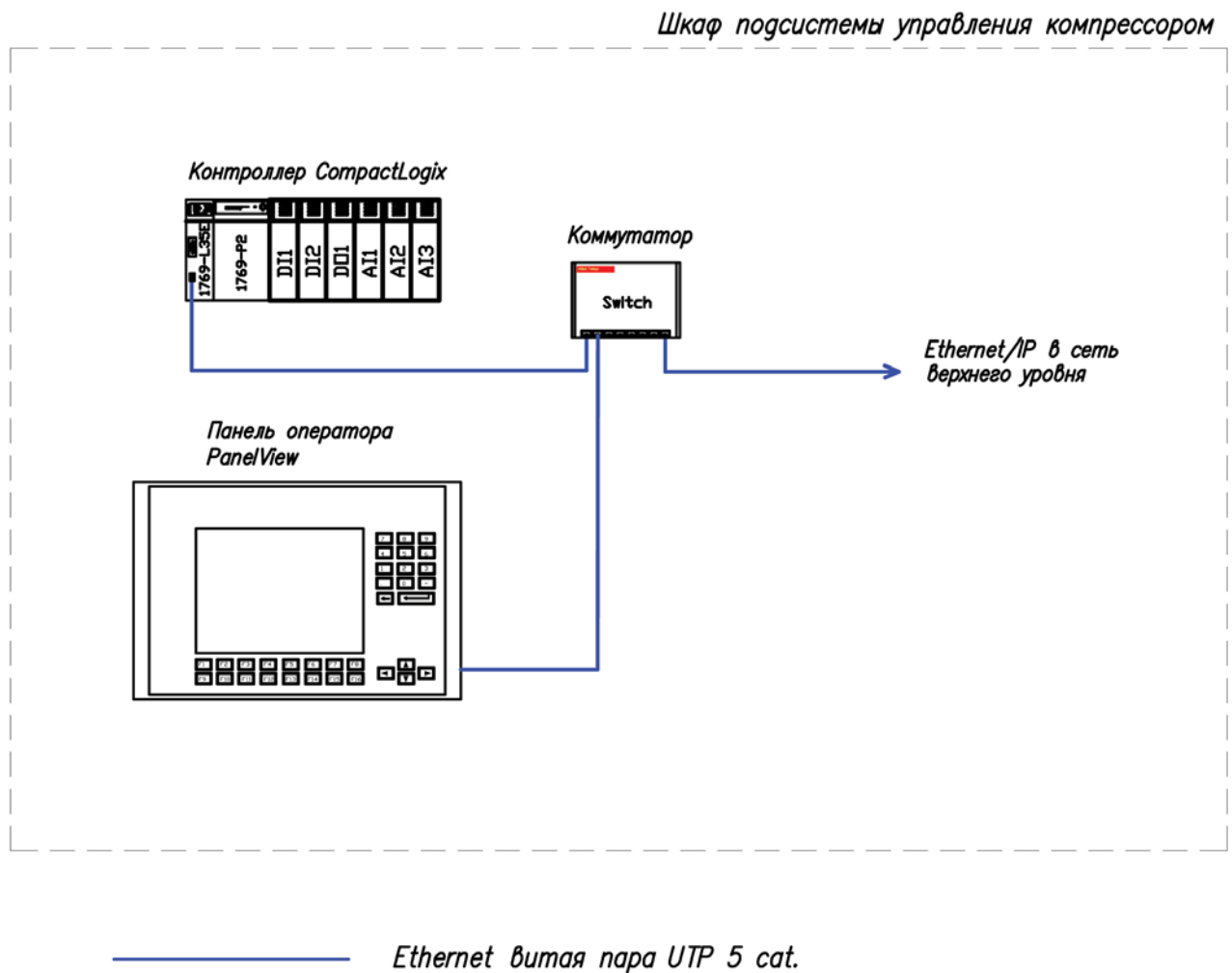


Рис.5 СА Воздушного компрессора

III. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ СА КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ

- Получение исходных данных по компрессорной установке, включая данные по полемому КИП и существующей системе автоматизации (опросный лист Приложение 2).
- Согласование с Заказчиком объема поставляемого оборудования с учетом приведения установки к действующим нормам и правилам ГТН РФ.
- Согласование с Заказчиком объема выполняемых работ.
- Поставка оборудования, разработка алгоритмов, проектной документации.
- Шефмонтажные и пусконаладочные работы.
- Помпажные испытания.
- Перевод системы защит и управления в автоматический режим работы.

IV. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПОМПАЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Помпажные испытания проводятся разработчиком центробежных компрессоров – ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», г.Казань

Целью тестирования является построение реальной линии границы помпажа компрессора и ввода соответствующих этой границе уставок в контроллер системы автоматизации (СА). Тестирование проводится на рабочем газе при работе компрессора на байпасе при закрытой отсечной арматуре в линии нагнетания, т.е. до вывода компрессора в сеть (в технологию).

Для ввода в эксплуатацию системы антипомпажной защиты компрессора необходимо провести следующие технические и организационные мероприятия:

- Согласовать организационные вопросы по проведению помпажного тестирования компрессора (исполнитель – Заказчик).
- Провести электромонтажные работы по подключению основного контроллера ControlLogix Allen-Bradley. (исполнитель – Заказчик/ НПП Промышленная Автоматизация)
- Провести электромонтажные работы по подключению сигнализатора помпажа CompactLogix Allen-Bradley. (исполнитель – Заказчик/ НПП Промышленная Автоматизация)
- Подключить спецоборудование для записи помпажных характеристик к СА компрессора. Подключение может быть проведено как до включения компрессора, так и при его работе за 1-1,5 час. (исполнитель - ЗАО «НИИтурбокомпрессор»)
- Путем плавного контролируемого прикрытия байпасного клапана ввести компрессор в помпаж на трех различных частотах вращения турбины. Длительность нахождения компрессора в помпаже не более 2-3 помпажных циклов (хлопков). При испытаниях компрессора с электроприводом без частотного преобразователя обычно достаточно проведения одного теста. Реальная продолжительность испытаний не более 1,5-2 часа. (исполнитель – ЗАО «НИИтурбокомпрессор»).
- Провести предварительную обработку результатов испытаний. Продолжительность 1-2 час. (исполнитель - ЗАО «НИИтурбокомпрессор»)
- Ввести данные испытаний в контроллер СА и провести точную настройку динамики антипомпажного регулятора во всех режимах (основной и резервные режимы работы). Продолжительность настройки около одного часа. (исполнитель – НПП Промышленная Автоматизация/ЗАО «НИИтурбокомпрессор»)

После выполнения указанных мероприятий система антипомпажной защиты готова к переводу в автоматический режим и компрессор можно выводить в сеть (открывать отсечную арматуру на нагнетании).

Процедура проведения помпажных испытаний отработана сотрудниками ЗАО «НИИтурбокомпрессор» и неоднократно проводилась ими на нефтехимических предприятиях и предприятиях транспортировки газа. Для согласования организационно - технических вопросов специалист ЗАО «НИИтурбокомпрессор» должен быть вызван за 3-4 рабочих дня до даты проведения испытаний.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 (ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ)

Тестирование оборудования и программного обеспечения ControlLogix 5555 выполнены компанией TUV Anlagentechnik GmbH. В результате испытаний 2002-09-30 получен сертификат № 968/EZ 135.00/02, позволяющий использовать **нерезервированный** вариант оборудования ControlLogix 5555 для построения систем управления, включая:

▪ emergency shutdown systems (СБ и ПАЗ)
▪ pipelines (системы автоматизации трубопроводов, перекачивающих станций)
▪ processing (системы автоматизации процессов переработки)
▪ chemical (системы автоматизации химических процессов)
▪ refining (системы автоматизации нефтепереработки)

В областях промышленности:

▪ petroleum
▪ chemical
▪ power generation

Более полная информация по применению оборудования ControlLogix 5555 для целей TUV/SIL 2 находится в документе *ControlLogix Safety Reference Manual (publication 1756-RM001)* на сайте <http://www.theautomationbookstore.com/> . Копия сертификата TUV прилагается.

КОПИЯ СЕРТИФИКАТА TUV



**TÜV Rheinland /
Berlin-Brandenburg**

TÜV

TÜV Anlagentechnik GmbH
Automation, Software und Informationstechnologie

ZERTIFIKAT
CERTIFICATE

Nr./No. 968/EZ 135.00/02

Product tested	Safety Related Programmable Electronic System Control Logix	Manufacturer	Rockwell Automation Inc. Automation Control & Information Group 1 Allen-Bradley Drive USA-Mayfield Heights, OH 44124-6118 United States of America
Type designation	Control Logix modules as listed in the Safety Reference Manual, Publication Number 1756-RM001A, Table 1.1	Intended application	Safety Related Programmable Electronic System for process control, emergency shut down and where the safe state is typical the de-energized state
Codes and standards forming the basis of testing	IEC 61508, Part 1 - 7:2000 VDE 0801:1990 and Amendment A1:1994 DIN V 19250:1994 prEN 50156-1:CDV 2000 (SIL 2) EN 54-2:1997 EN 61131-2:1994 and Amendment A11:1996, A12:2000 DIN EN 60178 :1998 EN 50081-2:1993 EN 61000-6-2:2000		
Test results	The system is suitable for safety related applications up to SIL 2 (IEC 61508), RC 4 (DIN V 19250) considering the results of the test report no. 968/EZ 135.00/02 dated 2002-09-30.		
Specific requirements	For the use of the systems the test report mentioned above, the Safety Reference Manual, the User Manuals and the actual revision of the official list of product documentation, hardware modules and software components released by Rockwell Automation and approved by TÜV Rheinland have to be considered.		



Der Prüfbericht Nr. 968/EZ 135.00/02 vom 2002-09-30 ist Bestandteil dieses Zertifikates.
Der Inhaber eines für den Prüfgegenstand gültigen Genehmigungs-Ausweises ist berechtigt, die mit dem Prüfgegenstand übereinstimmenden Erzeugnisse mit dem abgebildeten Prüfzeichen zu versehen.

The test report No. 968/EZ 135.00/02 dated 2002-09-30 is an integral part of this certificate.
The holder of a valid licence certificate for the product tested is authorised to affix the test mark shown opposite to products which are identical with the product tested.

TÜV Anlagentechnik GmbH
Geschäftsfeld ASI
Automation, Software und Informationstechnologie
Am Grauen Stein, 51105 Köln
Postfach 91 09 51, 51101 Köln

2002-09-30
Date

Company seal

M. G. M.
Signature

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (КРАТКИЙ ОПРОСНЫЙ ЛИСТ)

№ п/п	Наименование	Характеристики компрессорной установки
1	Марка компрессора и предприятие - производитель	марка _____ изготовитель _____
2	Тип и мощность привода	электропривод <input type="checkbox"/> паровая турбина <input type="checkbox"/> газотурбинная установка <input type="checkbox"/> мощность _____ кВт
3	Расчетные газодинамические параметры компрессора	давление всасывания, (абс.) : _____ кгс/см ² температура всасывания : _____ °С давление нагнетания (абс.) : _____ кгс/см ² температура нагнетания: _____ °С расход: _____ м ³ /мин состав компримируемого газа (в объемн. %):
4	Регулирование производительности	дросселирование <input type="checkbox"/> входной направляющий аппарат <input type="checkbox"/> байпасирование <input type="checkbox"/> частотное регулирование <input type="checkbox"/>
5	Тип и расположение расходомерного устройства	диафрагма <input type="checkbox"/> сопло Вентури <input type="checkbox"/> трубка Пито <input type="checkbox"/> входной конфузор компрессора <input type="checkbox"/> другой <input type="checkbox"/> расположение: в линии всасывания <input type="checkbox"/> в линии нагнетания <input type="checkbox"/>
6	Параметр технологического регулирования	давление всасывания <input type="checkbox"/> давление нагнетания <input type="checkbox"/> расход <input type="checkbox"/> мощность <input type="checkbox"/>
7	Тип привода байпасного (сбросного) клапана	пневматический <input type="checkbox"/> электрический <input type="checkbox"/>