

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)**

***Ю.И. КОНДРАШОВ, Т.Б. МИРОНОВА***

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

**САМАРА 2017**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)

*Ю.И. КОНДРАШОВ, Т.Б. МИРОНОВА*

КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств. Профиль - Мехатронные и робототехнические комплексы

С А М А Р А  
Издательство Самарского университета  
2017

УДК 550.3:004  
ББК  
К 73

Рецензенты: д-р тех. наук, проф. Н. Д. Быстров,  
главный конструктор АО "Агрегат" А.П. Мавроди

***Кондрашов, Юрий Иванович***

**К 73 Конструкторско-технологическое проектирование средств автоматизации:**  
метод. указ./ Ю. И. Кондрашов, Т.Б. Миронова. – Самара: Изд-во Самарского  
университета, 2017. – 28 с.: ил.

#### **ISBN**

В данном пособии рассмотрены основные проектирования АСУТП, даны рекомендации по выпуску конструкторской документации для каждого этапа. Представлены рекомендации по подбору датчиков, агрегатов управления потоками рабочих сред, исполнительных устройств, применяемых в различных технологических процессах с учетом влияния окружающей и рабочей среды.

Пособие разработано на основе действующих в России стандартов и нормативных документов с учетом многих отраслевых стандартов.

Пособие предназначено для студентов направления 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств, может быть использовано для студентов других инженерных направлений и специальностей, а также инженерно-техническими работниками, занимающимся проектированием АСУТП.

В оформлении данного пособия участвовала магистр группы 2122 М435 Хоруженко Е.С.

Подготовлено на кафедре автоматических систем энергетических установок

УДК 550.3:004  
ББК  
ISBN

© Самарский университет, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ЦЕЛЬ И ОБЪЕМ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	7
1 СТРУКТУРА СОВРЕМЕННЫХ АСУТП.....	8
1.1 Особенности построения структуры АСУТП.....	8
1.2 Анализ проблем проектирования.....	15
2 КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУТП.....	19
2.1 Варианты №1.....	19
2.2 Варианты №2.....	22
ЛИТЕРАТУРА.....	27

## ВВЕДЕНИЕ

Управление современными промышленными комплексами, состоящими из разнообразного оборудования по обеспечению качественного технологического процесса, обеспечивающего выпуск продукции при минимальных затратах энергии, по поддержанию оптимизации многочисленных параметров процесса, обеспечению промышленной безопасности процесса мыслим и без выполнения этих функций автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУТП).

Современная схема АСУТП является составной частью управления производством осуществляет организацию производства, куда входят все производственные процессы, исходящие входящие логистика.

Проектирование средств автоматизации технологических процессов и производств подразумевает решение комплекса задач независимо от вида производственной деятельности:

- формирование целей проекта (программы) задач при выданных критериях целевых функциях, ограничениях, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач;
- разработка обобщенных вариантов решения проблем, анализ вариантов и выбор оптимального, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проектов;
- разработка проектов изделий с учетом механических, технических, эксплуатационных, эстетических, экономических и управленческих параметров;
- использование информационных технологий при проектировании средств автоматизации технологических процессов;
- использование, а при необходимости разработка, внедрение оптимальных технологий изготовления изделий;

- эффективное использование материалов, инструментов, технологической оснастки, средств автоматизации, алгоритмов и программ выбора, расчетов параметров технологических процессов;
- использование информационных технологий при изготовлении изделий;
- разработка программ и методик испытаний изделий, средств технологического оснащения, автоматизации и управления;
- метрологическая проверка основных средств измерения показателей качества выпускаемой продукции;
- использование стандартизованных сертифицированных средств технологических процессов, средств автоматизации.

## **ЦЕЛЬ И ОБЪЕМ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Цель:

– ознакомление с основными направлениями развития современных систем управления автоматизированных технологических процессов, ролью АСУТП в производственном процессе;

– ознакомление с этапами проектирования АСУТП, объемов технического задания для проектирования такая, комплекта конструкторской документации, подлежащие разработке.

Объем лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 — индивидуально изучить одну из систем, предложенную преподавателем (см. приложения), контролируемые параметры, подлежащие регулирование, предельные значения этих параметров и на их основе разработать техническое задание на проектирование АСУТП для этой системы.

Лабораторная работа №2 — подобрать из числа выпускаемых промышленных регулирующие, исполнительные, регистрирующие устройства для АСУТП по выполнению функций управления и поддержание параметров системы в заданных пределах с учетом сигнализации предельных значений и блокировки при аварийных ситуациях.

Лабораторная работа №3 — построить схема управления АСУТП. Составить сводную спецификацию на спроектированную АСУТП, спецификации на узлы и детали, подлежащие собственной конструкторской разработки, ведомость покупных изделий в соответствии с требованиями ЕСКД.

Лабораторная работа №4 – разработать конструкцию шкафов для размещения комплектующих элементов АСУТП и выпустить сборочный чертеж шкафа в соответствии с требованиями.

# 1 СТРУКТУРА СОВРЕМЕННЫХ АСУТП

## 1.1 Особенности построения структуры АСУТП

Известно, что современные технологические процессы, связанные с получением определенного готового продукта требуют комплексного решения автоматизации управления как в механических исполнительных механизмах, так и в автоматизации технологических процессов связанных с управлением протекающими потоками обработки различных рабочих сред.

Параметрами, на изменение которых должна реагировать различные системы автоматического управления рабочими средами, как правило, являются линейки перемещения исполнительных механизмов от воздействия рабочих сред, вибрации, скорость перемещения, окружная круговая скорость, ускорение, давление (абсолютное, избыточное, вакуум), разность давлений, температура, расход (объемный, массовый) и др.

Для каждого из перечисленных параметров разработаны и выпускаются промышленностью различные конструкции датчиков для измерения и регистрации на различных позициях этих параметров, причем датчики обычно имеют определенный диапазон их применения.

Кроме того, полученный сигнал от датчика во многих случаях требует передачи сигнала на значительные расстояние от места установки, а иногда и усиления полученного импульса регистратора или преобразования в доступный по виду сигнал для передачи и регистрации.

Все перечисленное естественно требует от проектировщика определенных широких знаний и навыков при создании соответствующих систем автоматического управления различными технологическими процессами, особенностей и признаков построения.

Особое значение конструкторско-технологическое проектирование средств автоматизации приобретает при создании современных автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) различного назначения. Обычно АСУТП сложного технологического процесса представляют собой комплекс различных подсистем автоматизированных систем управления (АСУ) включенных в единую систему.



АСУ – комплекс аппаратных и программных средств представленный для управления различными процессами в рамках технологического процесса производств в рамках технологического процесса производства предприятия АСУ принимаются в рамках отраслей промышленности, электрике, транспорте и т.п.

При этом термин автоматизированная, в отличие от термина автоматическая, подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо выполняя наиболее общего целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.

В принципе современная АСУТП в своем составе содержит три уровня:

1. Первый включает в себя все аппаратные средства систем, предназначенные для преобразования физических величин и электрические сигналы, воспринимаемые нижнем уровнем системы. На этом уровне обеспечивается сбор данных, их начальная обработка, хранение в энергонезависимой памяти и последующая передача верхнему уровню.

2. Ко второму уровню относится контроллер который обеспечивает:

2.1 Получение от нижнего уровня системы необходимых данных

2.2 Обработку полученных данных в соответствии с заданными алгоритмами обработки

2.3 Формирование команд уравнения, их подготовку, отправку соответствующему нижнему уровню системы, контроль их прохождения.

3. К третьему уровню – управляющая ЭВМ, которая воздействует на технологический объект через исполнительный механизм.

Термин автоматизированная в отличии от термина автоматическая подчеркивает сохранение за человеком-оператором некоторых функций, либо выполняя наиболее общего целеполагающего характера, либо не поддающихся автоматизации.

Структурная схема АСУ представлена в общем виде на рисунке 1.1.



Рис.1.1 Структурная схема АСУ

Практически любая система АСУ в своем составе имеет три уровня.

Первый уровень включает в себя все аппаратные средства систем предназначенные для преобразования физических величин в электрические сигналы. В них входят датчик 3-х систем. Электрические сигналы вырабатываются нижним уровнем системы.

Нижний уровень системы включает в себя РС-совместимое микропроцессорное устройство нижнего уровня, задачей которого является сбор данных от первого уровня системы и управление его работой. Нижний уровень обеспечивает их значительную обработку и хранение в энергонезависимой памяти для последующей передачи верхнему уровню системы. К этому уровню относится контроллер.

Верхний уровень системы включает в себя управляющую ЭВМ, которая обеспечивает:

- получение от нижнего уровня системы данных;
- обработку полученных данных в соответствии с заданными алгоритмами обработки;
- формирование команд управления, их подготовку, отправку соответствующих нижнему уровню системы, контроль за их прохождением.

Управляющая ЭВМ воздействует на технологический объект через исполнительный механизм.

Эффективность управления в значительной степени зависит от умения использовать все достоинства системного подхода в процессе технологического проектирования средств автоматизации. Суть такого эффективного управления состоит в том, что каждую подсистему, каждое деление возникающее в подсистеме необходимо рассматривать и оценивать все взаимосвязи с другими причем все составные элементы проектируемых средств автоматизации и происходящие в них процессы необходимо взаимосвязывать с учетом как внутренних, так и внешних факторов.

Сочетание интересов отдельных функциональных подсистем с интересами всей системы при проектировании является важнейшей проблемой, решение которой свидетельствует о наличии АСУТП.

Необходима четкая регламентация связей при проектировании средств автоматизации между элементами, максимальное приближение существующих информационных связей к принятой в результате глубокого всестороннего анализа структуры. При построении системы, т.е. определении функций отдельных звеньев и связей между этими звеньями, следует понимать, что одной из особенностей системы является наличие новых свойств, отсутствующих у её элементов. Целенаправленное изменение основных свойств системы является одной из задач построения АСУ. Определение предельных возможностей существующих элементов (пределов допустимости применения) и путей их структурной связей (а если нужно, то и перераспределение функций между элементами) является не менее важной задачей построения системы АСУТП при проектировании.

Усложнение производства, резкое увеличение объектов и частоты обновления информации диктует необходимость проведения указанной работы с ориентацией на максимально эффективное использование современных АСУ.

При рассмотрении объектов управления при проектировании средств автоматизации важно определение управляющих воздействий на основе тщательного изучения законов движения объекта автоматизации. С информационной точки зрения управление реализуется по принципу в процессе сбора, передачи, хранения и

переработки информации. Однако надо помнить, что АСУТП – человеко-машинная система сочетающие жесткость формальной логики ЭФМ, с гибкостью мышления человека – представляет собой не просто средство обработки информации её сбора с передачи, автоматизации выполнения многих операций, но, что главное, поднимает на высокую качественную ступень само управление, создавая предпосылки для своевременного принятия правильных решений.

Проектирование АСУТП включает в себя следующие этапы:

- обследование технологического процесса, оборудования как объекта автоматизации;
- разработку технического задания на создание и внедрение АСУТП;
- разработку проектной документации в соответствии с РД 50-34-698-90;
- разработку прикладного программно-технического комплекса (ПТК) обеспечения
- экспертизу и согласование проекта.

В принципе основные стадии и этапы при проектировании АСУТП можно представить в виде соответствующей схемы (рисунок 1.2)

На начальной стадии проектирования АСУТП основными задачами являются: определение технического облика создаваемой АСУТП, принятия решения по выбору фирм поставщиков ПТК, оценка стоимости создания по системы(предварительная). Технический облик создаваемой АСУТП, как правило, формируется в виде концепции и технических требований на уровне технического задания, в котором определяются технологические границы системы, количество и типы датчиков и исполнительных устройств, функции АСУТП (включая состав автоматических регуляторов, технологических защит и т.д.) и др. В частности определяются также общие требования к системе: надежность, быстродействие, точность, к аппаратным средствам, экспериментальному программному обеспечению, технической документации на ПТК.

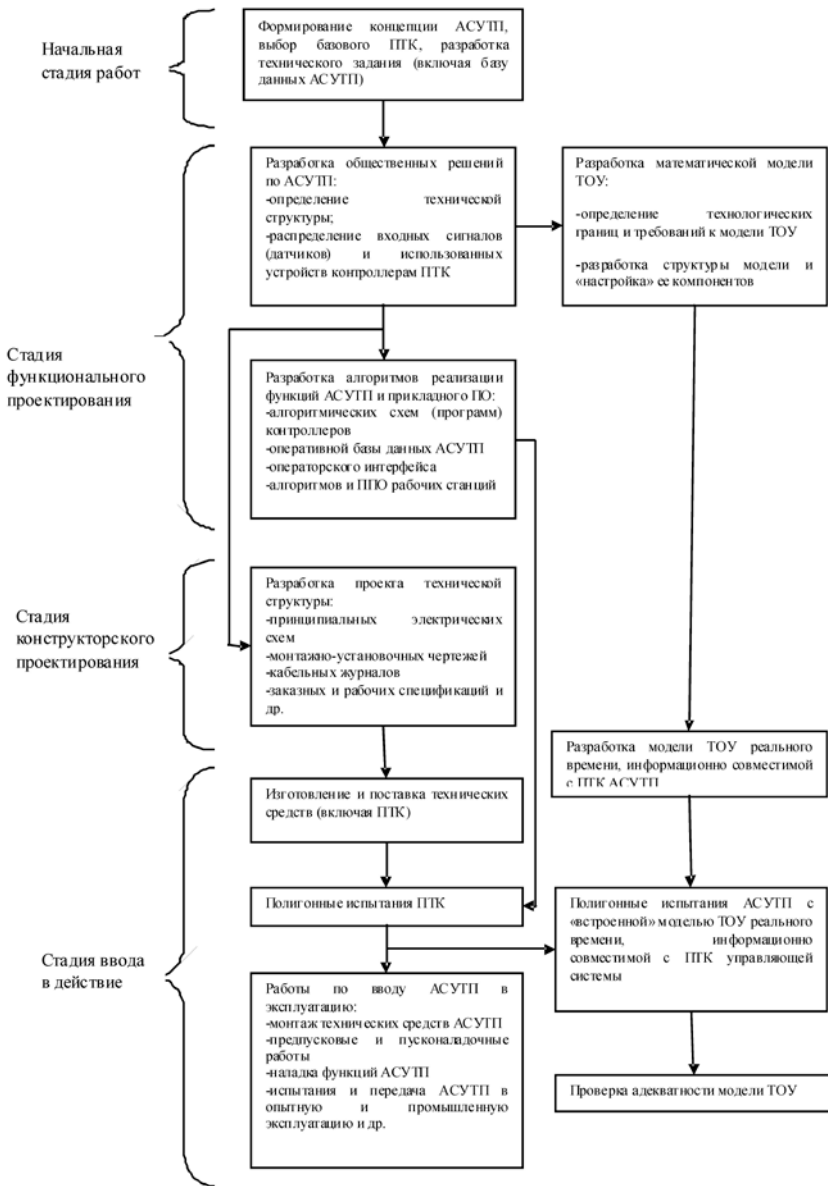
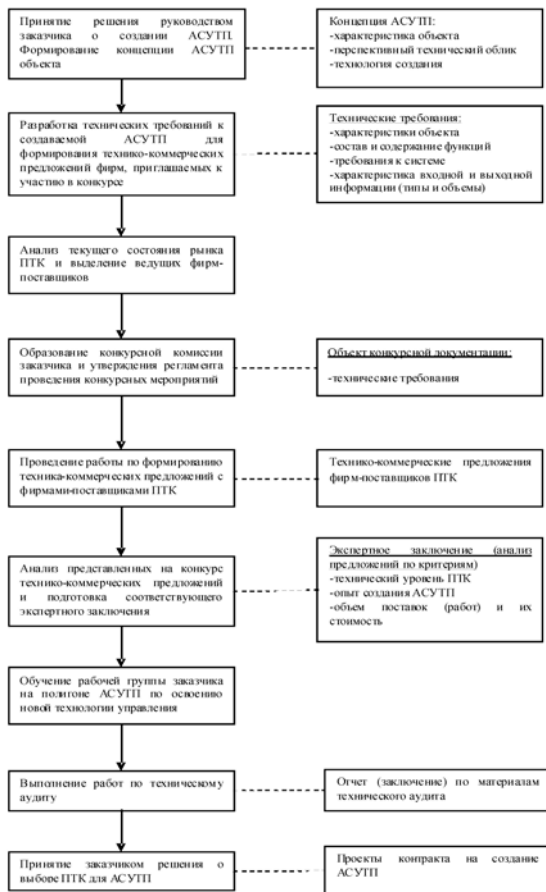


Рис. 1.2. Этапы проектирования АСУТП и средств автоматизации

Важную роль в правильности выбранной конструкции создания АСУТП и особенно в части её реализации играет проведение мероприятий по выбору разработчика АСУТП, которые способствуют проведению наиболее эффективных технических решений. Последовательность работ при проектировании сложных АСУТП их начальные стадии можно представить в виде следующей схемы (рисунок 1.3)



Последовательность работ

Основные документы

Рис. 1.3. Последовательность работ и основные документы начальной стадии создания АСУТП

## **1.2 Анализ проблем проектирования**

Анализ проблем проектирования включает в себя обычно функциональное и конструкторское проектирование, а также ввод в действие системы и уравнения (рис. 3.2).

На стадии функционального проектирования формируется техническая структура АСУТП (включая проектную компоновку ПТК), определяется алгоритмы реализации функций АСУТП (в том числе, схемы решения по автоматическому регулированию), разрабатывается прикладное ПО (программное обеспечение), включая ППО контроллеров, ППО объекта включая операторский интерфейс и оперативную базу данных. Основное содержание работ на этой стадии связано с разработкой алгоритмов реализации наиболее сложных функций АСУТП – автоматическое регулирование, функционально-групповое логическое управление и др.

На стадии конструкторского проектирования разрабатывается рабочая документация проекта технической структуры: принципиальные электрические схемы, монтажно-установочные чертежи, кабельные журналы и т.д., - преимущественно в части «полевого» оборудования АСУТП. При этом проектные решения по подключению к ПТК датчиков технологических параметров и исполнительных устройств реализуется на основе соответствующих стандартных схем, а в целом объем конструкторского проектирования АСУТП на базе ПТК существенно сокращается, по сравнению с традиционной разрабатываемой вновь СКУ, в связи с реализацией функциональных задач преимущественно в виде ППО системы.

На стадии ввода в действия (технологического проектирования) проводятся так называемые полигонные испытания ПТК и выполняются работы по вводу АСУТП в действие. При этом полигонные испытания ПТК включают в себя компоновку его аппаратных средств загрузки функционального (инструментального) ПО и проверку работоспособности программно-аппаратных средств в целом.

Основным узким местом созданных АСУТП объекта, как правило, является недостаточный уровень обработанности алгоритмов управления и соответствующего прикладного ПО на момент ввода системы в действие, а также невозможность гарантировать отсутствие

ошибок в большом объеме документации (РД50-34-698-90) и прикладного ПО АСУТП.

Одним из наиболее перспективных способов допущения ошибок в конструкторской документации на техническое обеспечение АСУТП представляется переход на преимущественно автоматическое её формирование с использованием интеллектуальных САПР. АДП, реализующей агрегатно-декомпозиционную технологию Scada.

Что касается основной проблемы недостаточной обработанности алгоритмов управления прикладного ПО, то основным направлением совершенствования математических моделей оборудования объекта как технологического объекта управления (ТОУ). При этом технология создания АСУТП как наукоемкость изделия должна быть расширена путем включения дополнительных этапов (элементов), предполагающих разработку и применение математических моделей оборудования на следующих стадиях создания АСУТП (рисунок 1.2):

- на стадии функционального проектирования в виде универсальной «компьютерной» модели, используемой для обработки алгоритмов автоматического управления;

- на стадии ввода в действие (технологическое проектирование) в виде модели реального времени, информационно совместимой с ПТК (например, реализуемой средствами ПТК) и используемой для обработки прикладного ПО основных функциональных задач АСУТП.

Модели реального времени, информационно совместимые с ПТК, имеют многоцелевое назначение. Они должны использоваться как для своевременной подготовки персонала, обслуживающего АСУТП, в целях адекватного представления технологии и оперативного функционирования системы, так и для активного участия в отработке прикладного ПО функциональных задач АСУТП при предварительной обработке ПО в процессе пуско-посадочных работах.

Предварительная приемка АСУТП в условиях полигона исключает риска повреждения технологического оборудования, имеющих место в отладке АСУТП на «живом» объекте (что иногда зачастую происходит в действительности).

В целом математические модели ТОУ для многоцелевого применения должны удовлетворять следующим требованиям:



– должны быть реализуемы как с помощью универсальных систем имитационного моделирования сложных динамических систем («компьютерные» модели), так и средствами ПТК АСУТП (модели реального времени);

– должны иметь открытую структуру, т.е. должна быть обеспечена возможность перехода от упрощенных структур к более полным учитывающим специфические особенности конкретных установок;

– должны быть всережимными и ориентированы на решение широкого класса задач управления и диагностирования ТОУ;

– должны предусматривать возможность проверки их адекватности с учетом результатов функционирования реального ТОУ.

С учетом этих требований как более перспективным представляется использование уже известных двух подходов к построению математических моделей оборудования:

– аналитического подхода, предполагающего построение нелинейной модели (на основании фундаментальных физических законов в формате систем дифференциальных уравнений);

– экспериментального подхода, предполагающего решение задач с получением соответствующих моделей «вход-выход» по отдельным каналам ТОУ.

Для совершенствования технологии создания АСУТП представляется рациональным использовать в основном аналитические модели (как базовые для этапов функционального проектирования) с их последующим дополнением модели «вход-выход» на стадии ввода системы в действие, т.е. при наличии возможности идентификации ТОУ и действующих на него возмущений. При этом важным направлением применения экспериментальных моделей «ввод-выход» является оценка адекватности исходных аналитических моделей во временной и частной областях в линейных приближениях.

В общем любой технологический процесс (ТП) предоставляет предельную последовательность выполнения действий с использованием специального оборудования, решающих конкретные задачи в технологическом цикле производства проектируемый ТП

может быть, как уже отличалось, либо автоматизированное, либо автоматическим.

Однако общим при создании ПО как автоматизированной, так и автоматической АСУТП, является как объем выполняемых работ при проектировании, так и последовательность их выполнения, в частности:

- изучить объект, также его технологическую систему, ту функциональную взаимосвязь отдельных элементов, оборудования и понять какие параметры входящих элементов являются критическими для поддержания требуемого технологического процесса, оценить возможность влияния на технологический процесс с помощью АСУТП;

- имея исходные данные параметров элементы и оборудования, входящих в технологическую цепочку и подлежащих воздействию (регулированию) с помощью проектируемой АСУТП, необходимо разработать структурную, принципиальную схему системы АСУТП и составить ТЗ на элементы АСУТП, информационной и измерительной, регистрирующей, управляющей систем проектируемой АСУТП;

- подобрать из числа действующих, выпускаемых промышленностью, необходимые элементы (датчики, измерительные приборы и т.п.) с учетом их диапазона применения;

- выпустить комплект конструкторско-технологической документации в соответствии с требованиями ЕСКД;

- разработать системы АСУ блокировки при возникновении возможных аварийных ситуаций в проектируемой системы АСУТП после тщательного анализа возможных вариантов аварий;

- разработать также систему АСУ сигнализации при достижении граничных значений параметров, происходящих возможно и возникновению аварийных ситуаций.

Для решения задач по проектированию АСУТП при выполнении лабораторных работ предлагается несколько вариантов объектов, для которых необходимо в соответствии с вышеизложенной концепцией проектирования АСУТП и последовательностью разработать техническую конструкторскую документацию, соответствующую действующим нормативным документам.

## 2 КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУТП

Для лабораторных работ студентам предлагаются следующие варианты некоторых конструктивных схем управления ПП с описанием выполненных ими функций и параметров, подлежащих регулированию.

### 2.1 Варианты №1

Различными технологическими процессами при выработке электрической энергии на современных паровых турбинах, газотурбинных установках, пара газовых установках, а также решение вопросов теплофикаций населенных пунктов. На рисунке 2.1 представлена схема регенеративного подогрева питательной воды в ГТУ. ПГУ – конструктивно объединённая совокупность газовой турбины, газоздушного тракта, системы управления и вспомогательных устройств.

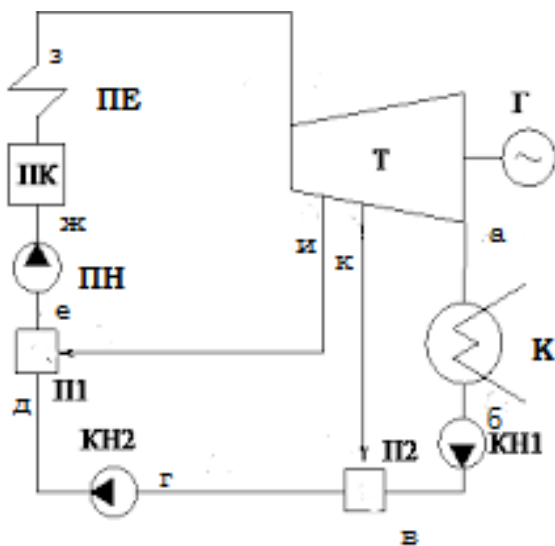


Рис. 2.1. Смешивающая схема регенеративного подогрева питательной воды в парогазовой установке (ПГУ)

Назначение каждого элемента в схеме, представленной по рисунку 4 следующее:

ПГУ – электрогенерирующая установка в состав которой входят технологически связанные между собой энергетические газовые турбины, котлы катализаторы и пароподогреватели (энергетические котлы) паровые турбинные установки, вспомогательное оборудование и система управления.

К – конденсатор служит для получения питательной воды используя выходящий пар из турбины установи, где пар конденсируется путем охлаждения проточной водой. Полученный конденсат при этом, не требует уже специальных методов хим. водоочистки.

Т – турбина, состоящая из нескольких трубок, объединенных на одном валу и на которые под разным давлением и с разными параметрами подается пар. Это так называемые ЦВО (цилиндр высокого давления), ЦСД (цилиндр среднего давления) ЦПД (цилиндр низкого давления).

КН1, КН2 – конденсаторный насос, он направляет полученный конденсат в так называемый смешивающий подогреватель.

П2, П1 – смешивающие подогреватели питательной воды. Для повышения КПД работы в целом установки охлажденную питательную воду, полученную из конденсата, без значительных затрат на разогрев используют часть пара из разных частей паровой турбины (ЦВД или ЦСД).

ПН – паровой насос подает питательную воду в паровой котел.

ПК – паровой котел, где подогретая питательная вода с минимальными затратами на топливо, достигает необходимых параметров и превращая в пар.

ПЕ – пароперегреватель, обеспечивает выходящий из парового котла пар повышенными параметрами пара.

Параметры рабочих сред для каждого оборудования, которые должны поддерживать и контролировать АСУТП в заданных пределах представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1. – Параметры рабочих сред для оборудования

Букв. обозн. парам. на схеме	Параметры		Варианты
	T°c	P кГс/см <sup>2</sup>	
А	110 <sup>+10</sup>	1 <sup>+0,2</sup>	ДУ: 50; 80; 100; 150
Б	25 <sup>+10</sup>	1 <sup>+0,2</sup>	
В	25 <sup>+10</sup>	20 <sup>+5</sup>	
Г на выходе из П2	150 <sup>+15</sup>	20 <sup>+5</sup>	
Д	300 <sup>+10</sup>	57 <sup>+5</sup>	
Е На выходе из П1	350 <sup>+15</sup>	57 <sup>+5</sup>	
Ж На выходе из ПК	355 <sup>+20</sup>	67 <sup>+5</sup>	
З На выходе из ПЕ	620 <sup>+20</sup>	82 <sup>+10</sup>	
И На выходе из Т	350 <sup>+15</sup>	57 <sup>+5</sup>	
К На выходе из Г	150 <sup>+15</sup>	20 <sup>+5</sup>	

## 2.2 Варианты №2

Обеспечение промышленных предприятий, удовлетворяющие население качеством источников органического топлива для выработки топливной энергии, электроэнергии в промышленных масштабах в силу целого ряда преимуществ по отношению к другим источникам органического топлива, в том числе и с экологической точки зрения во всём, в мире предпочтение отдается природному газу. Поставки природного газа от мест добычей к местам потребления осуществляются с помощью газоперекачивающих агрегатов по магистральным трубопроводам с давлением  $p = 7,5$  МПа к газораспределительным станциям (ГРС), где происходит первоначальное снижение давления. ГРС обычно размещается вблизи населенных пунктов. От них происходит дальнейшее транспортировка газа к газораспределительному пункту ГРП, газораспределительным установкам, шкафным газораспределительным пунктам (ШРП).

Основная задача последних — снижение (дросселирование) выходного давления газа до заданного выходные и поддержания выходного давления в контролируемых точках газопровода постоянным (в заданных пределах) независимо от изменения входного давления и расхода газа.

На рисунке 2.2 представлена конструктивно-технологическая схема ГРП (ГРУ) с байпасом и одной линией редуцирования.

Байпас или обводной газопровод предназначен для бесперебойного снабжения потребителей газом при выходе из строя регулятора давления, замене, ремонте, осмотре оборудования. На байпасе последовательно устанавливают два отличающихся устройства: кран, работающий в режиме «закрыто»-«открыто» и задвижку для автоматического или ручного регулирования давления газа. Диаметр байпаса должен быть не менее диаметра седла клапана регулятора давления газа.

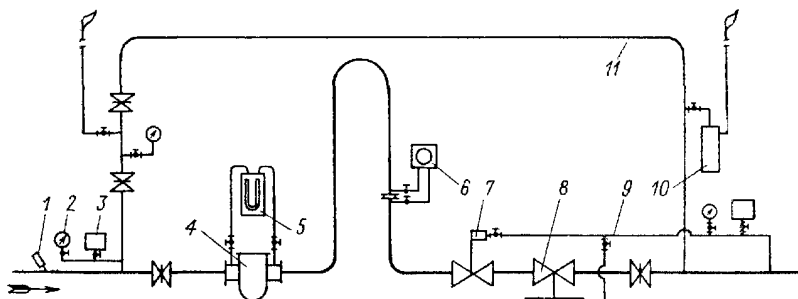


Рис. 2.2. Конструктивно-технологическая схема ГРУ (ГРУ):

1 – термометр; 2 – манометры (показывающий и регистрирующий); 3 – запорная арматура; 4 – фильтр; 5 – дифманометр; 6 – узел измерения расхода газа; 7 – предохранительное запорное устройство; 8 – регулятор давления; 9 – импульсный трубопровод; 10 – гидравлическое предохранительно-сбросное устройство; 11 – свеча сбросная; 12 – обводной газопровод (байпас); 13 – свеча продувочная.

На рисунке 2.3 представлено конструктивное воплощение схемы ГРУ с одной линией редуцирования и байпасом.

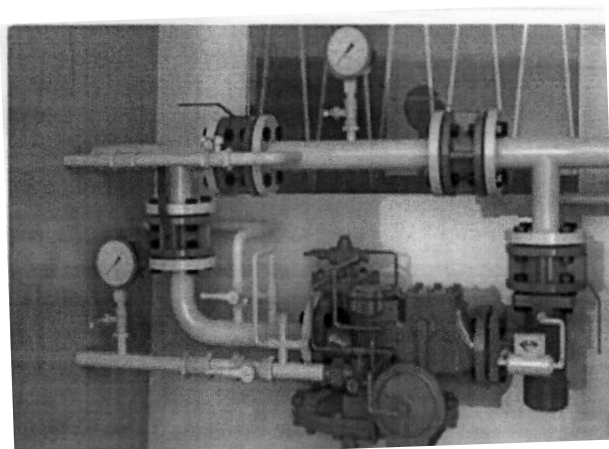


Рис.2.3. ГРУ с одной линией редуцирования и байпасом

Один из вариантов компоновки ГРУ с одной линией редуцирования и байпасом представлен на рисунке 2.4.

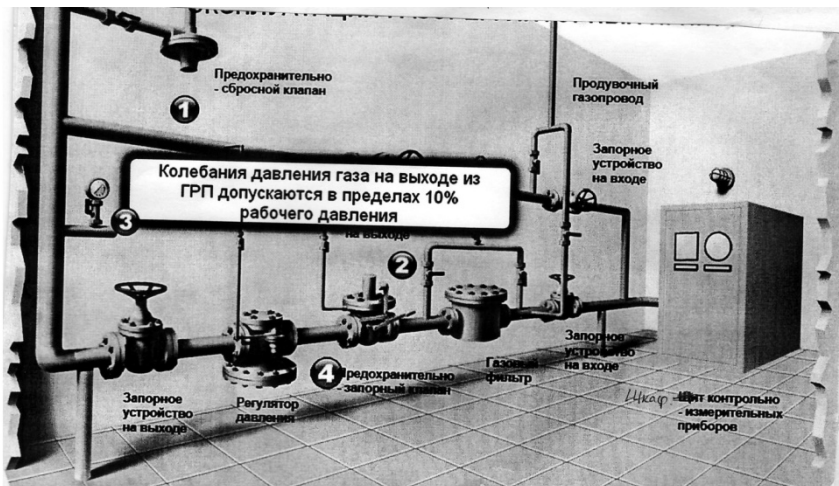


Рис. 2.4. Общий вид ГРП с одной линией редуцирования и байпасом

Возможны и другие технологические схемы ГРП (рисунок 2.4).

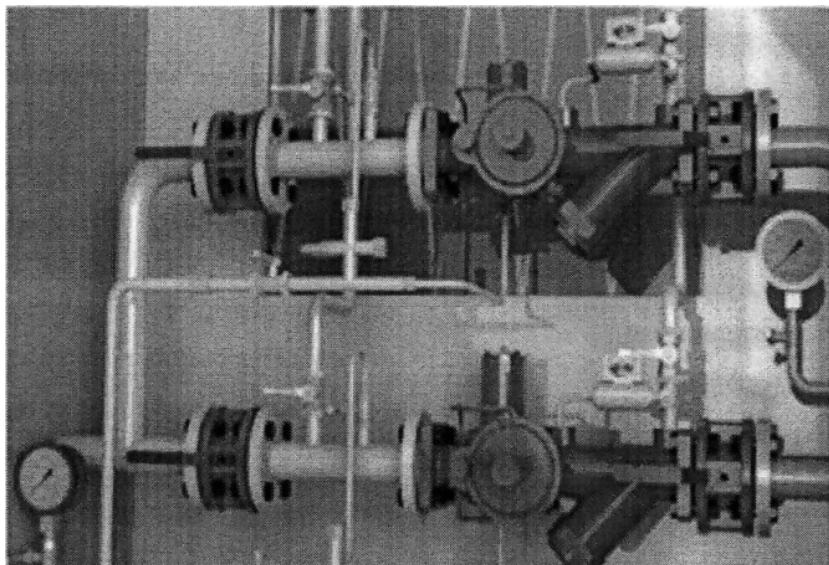


Рис. 2.4. ГРП с основной и резервной линией редуцирования



Число линий редуцирования определяют исходя из требуемой пропускной способности, количества и давления газа выходных газопроводов, назначения ГРП в сети газораспределения. Состав оборудования резервной линии редуцирования должен соответствовать рабочей линии. Должна быть предусмотрена возможность одновременной работы основной и резервной линий редуцирования. Резервная линия редуцирования может включаться в работу автоматически при неисправности основной линии. Допускается не предусматривать резервную линию редуцирования при подаче газа на объекты, в работе которых допускается прекращение подачи газа на период выполнения регламентных работ или подача газа потребителям осуществляется по закольцованной схеме газопроводов. Оснащение пунктов редуцирования газа обводным газопроводом (байпасом) допускается только при наличии у потребителя редуцирующей и защитной арматуры.

Параметры рабочей среды для различных вариантов исполнений ГРП (ГРУ) представлены в таблице 2.2 и выбираются по согласованию с преподавателем.

Таблица 2.2. Параметры рабочей среды для вариантов исполнения ГРП (ГРУ)

$P_{вх}$ , МПа	$d_y$ , мм	$P_{вых}$ , МПа	$P_{пск}$ , МПа; %	$P_{пзк}$ , %	$T_{окр}$ , °С	$T_{раб}$ , °С	Раб. среда: прир. газ, состав
0,3	20; 50	0,005	$P_{вх}+0,05$ но не более 0,3	1,25	±30	±60	метан – до 98%, этан, пропан, бутан, водород, сероводород, диоксид углерода, азот, гелий
0,6	20; 50	0,005					
0,6	20; 50; 100	0,3					
1,2	20; 50; 100	0,3; 0,6					
2,5	50; 100; 150	0,3; 0,6; 1,2					

Примечание:

1. Точность срабатывания предохранительных запорных клапанов (ПЗК) должны составить ±5% заданных контролируемых

величин давления для ПЗК, установленных в ГРП, и  $\pm 10\%$  – для шкафных.

2. Предохранительные сбросные клапаны (ПСК), в том числе встроенные в регуляторе давления, должны обеспечивать начало открытия при превышении установленного максимального рабочего давления не более чем на 5% и полное открытие при превышении этого давление не более чем на 15%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *ГОСТ 34.601-90*. Автоматизированные системы. Стадии создания. Введ. 1992-01-01. М.: Издательство стандартов, 1990.
2. *ГОСТ 24.104-85*. Информационная технология. Автоматизированные системы управления. Общие требования. Введ. 1987-01-01. М.: Издательство стандартов, 1985.
3. *ГОСТ 34.003-90*. Информационная технология. Автоматизированные системы. Введ. 1992-01-01. М.: Издательство стандартов, 1990.
4. *ГОСТ 34.201-89*. Виды, комплектность и обозначения документов при создании автоматизированных систем. Введ. 1991-01-01. М.: Издательство стандартов, 1989.
5. РД 50-34-698-90. Методические указания. Информационная технология. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов. Введ. 1992-01-01. М.: Издательство стандартов, 1990.
6. *ГОСТ 34.602-89*. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Технологическое задание на создание автоматизированной системы. Введ. 1991-01-01. М.: Издательство стандартов, 1989.
7. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. Введ. 2004-05-27. –М.: ФГУП ЦПП, 2004.
8. *Федоров Ю.Н.* Справочник инженера по АСУТП. Проектирование и разработка. /учебно-практическое пособие. – М.: ИрфоИнженерия, 2008. 928 с.

Учебное издание

*Кондрашов Юрий Иванович,  
Миронова Татьяна Борисовна*

**КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

*Учебное пособие*

Редактор  
Доверстка

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ. л. .  
Тираж экз. Заказ \_\_\_\_\_. Арт. - /2017.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА»  
(Самарский университет)  
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

---

Изд-во Самарского университета.  
443086, Самара, Московское шоссе, 34.