РОССИЙСКОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА СИСТЕМУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕЛКАМИ ГАЗОМАЗУТНОГО КОТЛА, СПОСОБСТВУЮЩУЮ ПОВЫШЕНИЮ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РОЗЖИГЕ ГОРЕЛОК

СО 34.35.677-2003



Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

РОССИЙСКОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО ЭНЕРГЕТИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ "ЕЭС РОССИИ"

ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И РАЗВИТИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА СИСТЕМУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕЛКАМИ ГАЗОМАЗУТНОГО КОТЛА, СПОСОБСТВУЮЩУЮ ПОВЫШЕНИЮ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РОЗЖИГЕ ГОРЕЛОК

СО 34.35.677-2003

Москва ЦПТИ ОРГРЭС 2004

Разработано филиалом ОАО "Инженерный центр ЕЭС" – "Фирма ОРГРЭС"

Исполнитель *В.П. СОЛОВЬЕВ*

Утверждено Департаментом научно-технической политики и развития РАО "ЕЭС России" 22.01.2003 г.

Начальник *А.П. ЛИВИНСКИЙ*

Срок первой проверки настоящего СО – 2008 г., периодичность проверки – один раз в 5 лет.

Ключевые слова: АСУ ТП, САУГ, горелка.

© ЦПТИ ОРГРЭС, 2004

УДК 621.311

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА СИСТЕМУ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОРЕЛКАМИ ГАЗОМАЗУТНОГО КОТЛА, СПОСОБСТВУЮЩУЮ ПОВЫШЕНИЮ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РОЗЖИГЕ ГОРЕЛОК

СО 34.35.677-2003
Введено впервые

Дата введения 2004 – 03 – 01
год – месяц – число

Настоящие Технические требования должны приниматься за основу при разработке систем автоматизированного управления горелками (САУГ) на базе микропроцессорных устройств, предназначенных для газомазутных котлов при проектировании новых ТЭС, а также модернизации действующих ТЭС.

ВВЕДЕНИЕ

Розжиг горелок котлов является сложной и ответственной технологической операцией, требующей от оперативного персонала согласованности и четкости действий по контролю и управлению оборудованием. Именно во время растопки котлов наиболее часто возникают взрывоопасные ситуации. Применение автоматизации процесса розжига горелок позволяет обеспечить жесткое соблюдение технологии розжига, сокращение или исключение ручных операций, предотвращение ошибок оперативного персонала, высвобождение оперативного персонала для выполнения

Издание официальное

Настоящий СО не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения организации-разработчика

других операций по пуску котла в один из самых ответственных моментов его растопки — розжига горелок, а также во время отключения горелок и работы котла.

В настоящее время в большинстве случаев управление горелками производится вручную при визуальном контроле факела горелок. Вследствие этого из-за высокой скорости процессов, приводящих к возникновению взрывоопасных концентраций газовоздушной смеси в ограниченном пространстве топок котлов и газоходах котла, возможно возникновение ситуации, которая может привести к взрыву. Например, неплотность газовой арматуры или неисправность запальных устройств способствует образованию взрывоопасных концентраций газа и воздуха. Чтобы предотвратить возникновение аварий при розжиге горелок необходимо соблюдать технологию розжига, для этого следует максимально автоматизировать процесс розжига горелок. Эта задача может быть решена подсистемами технологических защит и защитных блокировок и автоматического (функционально-группового, логического) управления.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В настоящее время на ТЭС система автоматизированного управления горелками (САУГ) проектируется на средствах микропроцессорной техники. В данной работе сформулированы технические требования к САУГ, разрабатываемой с использованием этих средств.

1.2 Настоящий документ должен приниматься за основу при разработке САУГ в составе АСУ ТП ТЭС и при создании специальных микропроцессорных устройств, предназначенных для реализации функций АУГ на ТЭС.

1.3 С помощью САУГ должны реализовываться следующие управляющие функции:

— дистанционное управление арматурой горелок;

— технологические защиты и блокировки горелок;

— логическое управление розжигом и отключением горелок;

– автоматическое регулирование расхода (давления) газа для горелок, оснащенных регулирующими устройствами на подводе газа в горелку.

1.4 К САУГ, в составе которой реализуется ряд технологических защит и защитных блокировок, предъявляются повышенные требования к надежности, живучести, ремонтопригодности.

1.5 В настоящих Технических требованиях приняты следующие сокращения:

АРМ ДИ – автоматизированное рабочее место дежурного инженера;

АРМ ОТ – автоматизированное рабочее место оператора-технолога;

АСР – автоматическая система регулирования;

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

АУГ – автоматизированное управление горелками;

БЩУ – блочный щит управления;

ВБУ – виртуальный блок управления;

ГЩУ – главный щит управления;

ДУ – дистанционное управление;

ЗБ – защитная блокировка;

ЗЗУ – запально-защитное устройство;

ЗО – запорный орган;

ИУ – исполнительное устройство;

КТС – комплекс технических средств;

МПС – микропроцесорные средства;

МПТ – микропроцессорная техника;

МПУ – микропроцессорное устройство;

ПЗК – предохранительно-запорный клапан;

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

ПТК – программно-технический комплекс;

РК – регулирующий клапан;

РЩУ – релейный щит управления;

САУГ – система автоматизированного управления горелками;

ТЗ	—	технологическая защита;
УСО	—	устройство связи с объектом;
ФГУ	—	функциональная группа управления;
ШМУ	—	шкаф местного управления.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА И РЕЖИМЫ ЕГО РАБОТЫ

Объектом управления является горелочное устройство совместно с органами управления подачей газа, мазута, воздуха, пара в горелку, а также запальное устройство со своими органами управления.

В соответствии с [1] на газопроводе перед каждой горелкой котла должны устанавливаться ПЗК и отключающее устройство с электроприводом. Допускается перед каждой горелкой установка двух ПЗК. Допускается также установка индивидуального регулирующего клапана.

Между двумя запорными устройствами устанавливается свеча безопасности с запорным устройством с электроприводом.

В соответствии с [2] на вновь проектируемых газомазутных и мазутных котлах мощностью более 100 Гкал/ч на линии подвода мазута к каждой горелке устанавливается запорное устройство с электроприводом и ПЗК. На действующих котлах любой мощности допускается установка на линии подвода мазута к горелкам одного запорного устройства с электроприводом и другого — с ручным или электрическим приводом.

На подводе воздуха к горелке устанавливаются шиберы или направляющие аппараты.

Для зажигания топлива в горелке, как правило, применяются газовые запальники. Газ к запальнику поступает через газовую задвижку и электромагнитный клапан. Воспламеняется запальный газ от искрового высоковольтного разряда. Для контроля пламени запальника применяют специальные датчики. Для контроля пламени горелки также применяют специальные датчики.

На котлах, все горелки которых оснащены ПЗК, запорным устройством с электроприводом и ЗЗУ, растопка котла может начинаться с розжига любой горелки. На котлах, где нет ПЗК, на каждой газовой или мазутной горелке выделяется растопочная группа горелок и растопка должна начинаться с любой из этих горелок.

Газопроводы котла должны выполняться с возможностью регулирования давления газа перед горелками во время розжига первой и последующих горелок. С этой целью, например, может быть выполнен растопочный сбросной газопровод или каждая горелка может быть оснащена газовой регулирующей арматурой.

Невозможно применение САУГ в случаях когда:

– на подводе топлива к горелкам установлена арматура с ручным приводом;

– технологическая схема розжига горелок не обеспечивает возможность регулирования давления газа перед горелкой во время розжига первой и последующих горелок.

Управление горелками должно производиться со щита управления котлом, а также с площадок обслуживания управления горелок.

Управление горелками должно выполняться с АРМ ОТ на щите управления котлом или с площадки обслуживания горелок, где должны быть установлены ШМУ.

Схема одного из вариантов газомазутной горелки котла приведена на рисунке 1. Перечень входных дискретных сигналов и выходных команд на ИУ, используемые в САУГ на одну горелку, приведен в приложении А.

Во всех режимах эксплуатации горелок должны соблюдаться требования обеспечения безопасности персонала и обеспечения целостности оборудования.

Объем и последовательность операций по проведению режимов должны соответствовать инструкциям заводов-изготовителей технологического оборудования и эксплуатационным инструкциям.

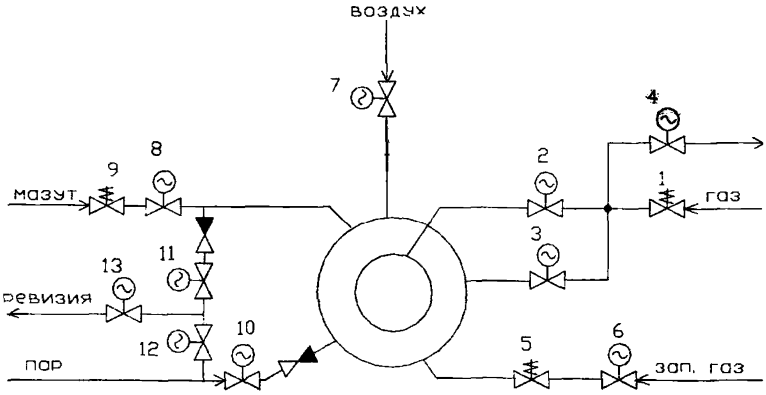


Рисунок 1 – Схема газомазутной горелки

3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К САУГ

3.1 Задачами САУГ должны быть:

– осуществление в соответствии заданным алгоритмом автоматизированного розжига и отключения горелок;

– осуществление ДУ арматурой горелок;

– непрерывный контроль за работой каждой горелки путем контроля наличия основного факела горелки, контроля условий ее работы и контроля состояния исполнительных органов на подаче в горелку топлива, воздуха, пара.

3.2 Возможны следующие варианты реализации САУГ:

3.2.1 Вся АСУ ТП выполнена как распределенная система на базе МПТ, тогда САУГ реализуется в технологической группе котла в отдельных контроллерах, которые образуют МПУ САУГ.

3.2.2 Вся АСУ ТП выполнена на традиционных средствах (с использованием релейной техники, индивидуальных приборов, табло сигнализации и т.п.), а не на МПТ, тогда САУГ должна выполняться как отдельное специализированное устройство на базе МПТ.

3.3 Система АУГ должна строиться как система "человек-машина", работающая в реальном времени протекания технологических процессов и включающая в себя оперативный технологический и оперативный обслуживающий персонал и комплекс технических и других средств, в том числе посты управления и обслуживания.

3.4 При реализации САУГ как отдельного ПТК должно быть обеспечено ее согласование по интерфейсу с АСУ ТП остального оборудования.

3.5 Логическая часть САУГ должна выполняться на основе унифицированных технических, информационных и программных средств с использованием минимального числа типов и конструктивов и рационального числа форм представления информации.

3.6 В ПТК САУГ должна быть предусмотрена достаточная избыточность (функциональная, аппаратная, программная) для обеспечения высокой живучести системы, надежности ее работы и ремонтопригодности.

3.7 Система АУГ должна быть приспособлена к модернизации, развитию, наращиванию. Объем наращивания функций, программного обеспечения должен обладать 10%-ным резервом.

3.8 Основой технических средств логической части АУГ должна быть распределенная микропроцессорная информационно-управляющая система, построенная на унифицированных средствах обработки информации и цифровой связи.

3.9 Основными средствами отображения информации и оперативного управления должны быть цветные графические видеотерминалы и связанные с ними функциональные клавиатуры. Для варианта САУГ в составе АСУ ТП блока отдельные мониторы для САУГ выделяться не должны.

3.10 В САУГ должно быть предусмотрено диагностирование технических и программных средств.

3.11 Система АУГ должна строиться с учетом ремонтного обслуживания в одну смену.

4 ТРЕБОВАНИЯ К САУГ

4.1 Требования к структуре и функционированию САУГ

4.1.1 В варианте по п. 3.2.1 САУГ должна входить в состав АСУ ТП блока и структура построения САУГ должна соответствовать принятой структуре АСУ ТП блока.

4.1.2 На рисунке 2 в качестве примера приведен возможный вариант построения структуры ПТК САУГ, входящий в состав ПТК АСУ ТП блока.

4.1.3 Структура ПТК специализированной САУГ может отличаться от структуры ПТК в составе АСУ ТП блока. Возможно совмещение функций АРМ ОТ, АРМ ДИ, АРМ ПТК в одном комплексе.

В приложении Б дано краткое описание функционирования приведенной на рисунке 2 структуры ПТК САУГ в составе АСУ ТП блока.

4.1.4 Для оборудования, управляемого САУГ, на верхнем уровне ПТК должны решаться задачи:

– оперативного контроля состояния технологического оборудования горелок, оперативного ДУ оборудованием горелок, пуска программ логического управления горелками, а также все неоперативные функции подсистемы (регистрация, протоколирование и т.п.) и связи с другими внешними системами.

На нижнем уровне ПТК должны решаться задачи:

– сбора и предварительной обработки информации, реализации команд ДУ, логического управления, защиты, блокировки, автоматического регулирования.

4.1.5 Алгоритмы функций управления должны быть распределены по стойкам соответствующего уровня управления с учетом минимизации потоков информационного обмена и повышения структурной надежности реализации функции управления.

4.1.6 Рядом с горелками на площадках управления горелками должны устанавливаться ШМУ. Можно устанавливать один ШМУ на несколько горелок.

4.1.6.1 На ШМУ должны устанавливаться органы управления ЗЗУ, а также обеспечивающие ДУ отключающими устройствами подачи топлива в газомазутную горелку.

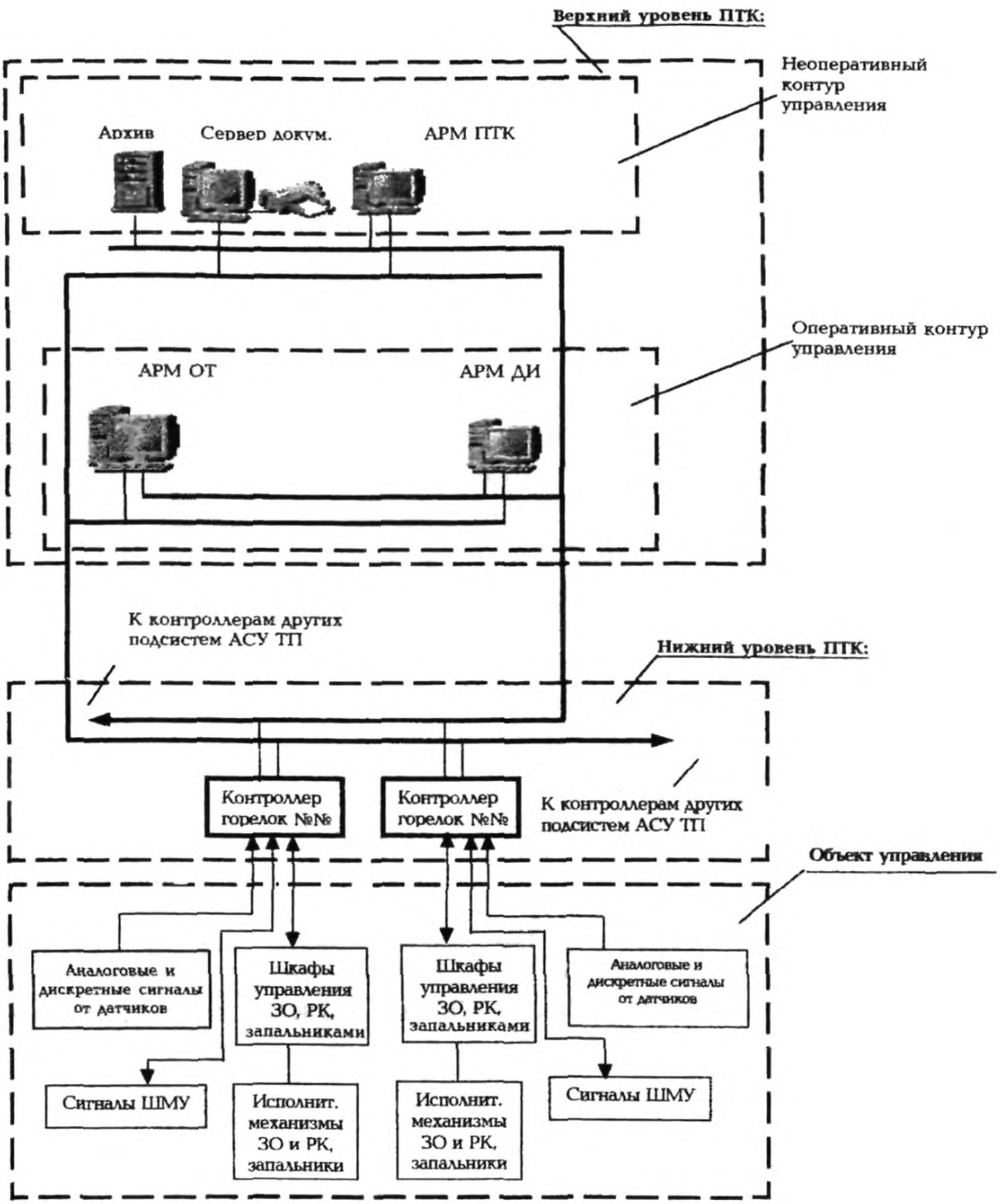


Рисунок 2 – Структурная схема ПТК системы автоматизированного розжига горелок в составе АСУ ТП блока

4.1.7 Устройство связи с объектом горелок можно размещать вблизи горелок или в неоперативных помещениях щитов управления – ГЩУ, БЩУ.

4.1.8 Если УСО горелок установлены вблизи горелок, то к УСО в этом случае должны предъявляться повышенные требования по стойкости к внешним воздействиям (см. п. 7.1.4).

4.2 Функции САУГ

Для решения задач АУГ в составе САУГ (применительно к оборудованию горелок) должны быть реализованы следующие технологические функции [3]:

а) информационные функции:

– сбор и первичная обработка значений технологических параметров и состояния оборудования;

– отображение информации оператору-технологу;

– предупредительная и аварийная сигнализация;

б) управляющие функции:

– дистанционное управление;

– логическое управление;

– технологические защиты и защитные блокировки;

– автоматическое регулирование (для горелок, оснащенных регулирующей арматурой на трубопроводе подачи топлива в горелку);

в) вспомогательная (сервисная) функция – непрерывный автоматический контроль функционирования компонентов ПТК (в том числе сбор и обработка данных о состоянии и функционировании технических и программных средств ПТК).

4.2.1 Информационные функции

Микропроцессорное устройство САУГ должно обеспечить выдачу оператору-технологу информацию о (об):

– готовности программ к выполнению;

– отсутствии условий, разрешающих выполнение программ;

– процессе выполнения программы;

– фактах приостанова программы с расшифровкой первопричины приостанова и формированием предупредительной сигнализации;

– принудительном пуске или приостанове выполнения программ от ТЗ с формированием аварийной или предупредительной сигнализации;

– завершении программ;

– работе ТЗ и ЗБ, приведенных в п. 4.2.2.3.2, с формированием аварийной или предупредительной сигнализации;

– состоянии арматуры;

– текущем режиме управления регулирующим органом (автоматическое, дистанционное);

– положении регулирующего органа, а для регулятора верхнего уровня каскадной схемы – о значении аналогового выходного сигнала интегратора;

– текущем значении величины разбаланса регулятора;

– текущем значении заданной величины регулируемого параметра в физических величинах регулируемой величины.

4.2.2 Управляющие функции

4.2.2.1 *Общие положения*

В САУГ применительно к оборудованию горелок должны реализовываться следующие управляющие функции:

– ДУ;

– автоматическое регулирование;

– логическое управление;

– ТЗ и ЗБ.

Команды управления ИУ должны формироваться в соответствии со следующими уровнями приоритетов задач управления (перечислены в порядке убывания уровня):

1) команды ТЗ и ЗБ;

2) команды логического управления САУГ;

3) команды ДУ ИУ с пульта АРМ ОТ;

4) команды ДУ ИУ с ШМУ при наличии разрешения с пульта АРМ ОТ на управление по месту.

Формирование команды более высокого уровня приоритета должно отменять действия команды низкого уровня.

Определение приоритетов команд должно производиться программными средствами САУТ.

При формировании команд должны выполняться следующие временные характеристики:

а) для ДУ:

— максимальная задержка прохождения команды от кнопки ВБУ до ИУ — не более 0,5 с;

— максимальная задержка от момента нажатия оператором-технологом кнопки ВБУ до получения подтверждающей информации на дисплее АРМ ОТ — не более 1,5 с;

б) для ТЗ:

— максимальная задержка прохождения команды от задачи защиты до ИУ — не более 0,1 с;

в) для автоматического регулирования:

— диапазон изменения длительности управляющего импульса — 0,2-3,0 с;

— дискретность изменения длительности управляющего импульса — 0,05 с;

— минимальное значение паузы между управляющими импульсами — 0,3 с.

4.2.2.2 *Дистанционное управление ИУ горелок*

4.2.2.2.1 Объектами управления функции ДУ являются ИУ горелок — задвижки, ПЗК, электромагнитные клапаны, регулирующие органы на линиях подачи газа, мазута и воздуха в горелки.

4.2.2.2.2 Функция ДУ должна воспринимать команды оператора по управлению устройствами в соответствии с заданными приоритетами, формировать команды управления в схемы управления ИУ. По состоянию конечных выключателей и другой дополнительной информации формировать сигналы состояния ИУ для отображения на видеограммах АРМ, регистрации состояния.

4.2.2.2.3 Дистанционное управление должно осуществляться оператором-технологом с пульта оперативного контура управления АРМ ОТ, управления и с ШМУ (см. пп. 4.1.6.1, 4.1.6.2).

4.2.2.2.4 Дистанционное управление с АРМ ОТ и с ШМУ должно производиться через ПТК АСУ ТП.

4.2.2.2.5 Дистанционное управление с ШМУ может производиться после получения разрешения от оператора-технолога.

4.2.2.2.6 Разрешение (логический сигнал) на ДУ с ШМУ должно поступать с пульта АРМ ОТ, при этом ДУ с пульта АРМ ОТ должно блокироваться.

4.2.2.2.7 Факт передачи пуска программ логического управления на ШМУ должен сигнализироваться на дисплее АРМ ОТ и на ШМУ.

4.2.2.2.8 Основными средствами формирования команд ДУ на АРМ ОТ должны быть устройства координатного указания "мышь".

4.2.2.2.9 Дополнительным средством формирования команд ДУ на АРМ ОТ должны быть унифицированные стандартные клавиатуры ПК.

4.2.2.2.10 Команды ДУ ИУ должны обрабатываться с учетом приоритетов управления.

4.2.2.2.11 Дистанционное управление задвижками и шиберами (на воздухе) должно производиться по командам ВБУ АРМ ОТ "открыть", "закрыть", "стоп".

4.2.2.2.12 Дистанционное управление ПЗК, электромагнитными клапанами должно производиться по командам ВБУ АРМ ОТ "открыть", "закрыть".

4.2.2.2.13 Дистанционное управление регулирующими органами должно производиться по командам ВБУ АРМ ОТ "открыть", "закрыть" после переключения управления на дистанционное.

4.2.2.3 *Требования к функции ТЗ и ЗБ*

4.2.2.3.1 Общекотельные защиты реализуются отдельно в соответствующей подсистеме ТЗ АСУ ТП блока и от этой подсистемы сигнал поступает в САУГ.

4.2.2.3.2 В составе САУГ должны быть реализованы следующие ТЗ и ЗБ:

– невоспламенение или погасание факела любой газовой горелки растопочной группы при растопке котла без ПЗК у газовых горелок;

– невоспламенение первой или погасание факела всех газовых горелок, оснащенных ПЗК и ЗЗУ, или всех мазутных горелок, оснащенных ЗЗУ, при растопке котла;

— невоспламенение или погасание факела газовой горелки или мазутной горелки, оснащенной всережимным ЗЗУ;

— запрет розжига любой газовой горелки, не относящейся к растопочной группе, пока все горелки растопочной группы не будут включены в работу — для котлов без ПЗК у газовых горелок;

— прекращение и запрет подачи топлива в горелку в случае полного закрытия шибера на линии подвода воздуха к этой горелке;

— запрет подачи топлива в горелку при отсутствии факела запального устройства этой горелки;

— запрет подачи топлива в горелку при наличии ложного сигнала от датчика факела горелки;

— запрет открытия второго запорного устройства по ходу топлива перед горелкой при неоткрытом первом;

— блокировки запорного устройства на трубопроводе безопасности газовой горелки;

— блокировки паровой и мазутной магистралей мазутной горелки.

4.2.2.3.3 Требования к этой функции подробно рассмотрены в [4] и в настоящей работе не рассматриваются.

4.2.2.4 *Требования к функции логического управления*

4.2.2.4.1 Функция логического управления должна:

а) воспринимать команды оператора по:

— выбору групп горелок;

— выбору горелок;

— выбору вида топлива, на котором разжигаются горелки;

— выбору программ автоматического пуска или отключения горелок;

— пуску программ автоматического пуска или отключения горелок;

б) формировать команды управления в схемы управления ИУ через схему выбора приоритетов и систему ДУ ИУ;

в) формировать сигналы о(об):

— готовности программ к выполнению;

— отсутствии условий, разрешающих выполнение программ;

— процессе выполнения программы;

— фактах приостанова программы с расшифровкой первопричины приостанова;

— принудительном пуске или приостанове выполнения программ от ТЗ;

— завершении программ.

4.2.2.4.2 Пуск программ логического управления горелками должен осуществляться с пульта оперативного контура управления — АРМ ОТ. Допускается осуществлять пуск программ логического управления горелками и со ШМУ горелками.

4.2.2.4.3 Пуск программ логического управления со ШМУ может производиться оперативным персоналом после получения разрешения на управление от оператора-технолога.

4.2.2.4.4 Разрешение на пуск программ логического управления со ШМУ должно поступать с пульта АРМ ОТ, при этом пуск программ логического управления с пульта АРМ ОТ должен блокироваться.

4.2.2.4.5 Факт передачи пуска программ логического управления на ШМУ должен сигнализироваться на дисплее АРМ ОТ и на ШМУ.

4.2.2.5 *Требования к функции автоматического регулирования*

4.2.2.5.1 Автоматические регуляторы должны быть реализованы по стандартным законам (П, ПИ) совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости и формировать импульсные управляющие команды "больше", "меньше" на регулирующие устройства.

4.2.2.5.2 Каждый контур регулирования должен быть связан с отдельным ВБУ, обеспечивающим следующие функции отображения состояния и управления режимами работы контура АСР:

— индикацию текущего режима управления регулирующим органом (автоматическое, дистанционное);

— индикацию положения регулирующего органа, для регулятора верхнего уровня каскадной схемы — отображение значения аналогового выходного сигнала интегратора;

— индикацию текущего значения величины разбаланса регулятора;

— индикацию текущего значения заданной величины регулируемого параметра в физических величинах регулируемой величины;

— переключение режима управления регулирующего органа "ДУ" — "Автоматическое регулирование";

— дистанционное управление регулирующим органом командами "больше", "меньше".

4.2.2.5.3 Автоматическая система регулирования должна иметь возможность автоматического ввода в работу по разрешающему признаку, формируемому логическими задачами.

4.2.2.5.4 Автоматическое отключение АСР с переходом на ДУ регулирующим органом должно осуществляться в следующих случаях:

— при отказе измерения регулируемого параметра;

— при отказе или отсутствии питания схемы управления регулирующим органом;

— при частичной неисправности ПТК с сохранением функции ДУ.

Автоматическое отключение АСР должно сигнализироваться на видеограммах дисплеев АРМ ОТ.

4.2.3 Вспомогательная (сервисная) функция

Функция обеспечивает диагностику состояния технических средств управления с точностью до элемента замены.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ВИДАМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ САУГ

5.1 Требования к техническому обеспечению

5.1.1 Комплекс технических средств САУГ должен быть достаточным для реализации всех функций, указанных в настоящих Технических требованиях.

5.1.2 Технические средства должны обеспечивать возможность осуществления нескольких иерархических уровней управления и иметь модульную структуру, что обеспечивает живучесть системы при отказах и простоту ее обслуживания.

5.1.3 Комплекс технических средств САУГ как составной части АСУ ТП должен включать следующие основные компоненты:

– датчики дискретных и аналоговых сигналов;

– устройства ввода/вывода (связи с объектом);

– устройства передачи данных (кабели, цифровые шины);

– устройства накопления и обработки информации (МПУ АУГ);

– шкафы управления, установленные на площадках обслуживания управлением горелок;

– устройства представления информации (видеотерминалы, сигнальные табло);

– устройства связи оператора с технологическим объектом (клавиатура формирования команд управления и вызова информации, кнопки местного щита управления).

5.1.4 Микропроцессорное устройство АУГ должно принимать следующие входные сигналы:

– дискретный ("сухой контакт"), рассчитанный на напряжение переменного тока 220 В $^{+10\%}_{-15\%}$ при токе не менее 5 мА;

– дискретный (потенциальный), рассчитанный на напряжение переменного тока 220 В $^{+10\%}_{-15\%}$ при токе не менее 10 мА;

– дискретный ("сухой контакт"), рассчитанный на напряжение постоянного тока 24 В±5% при токе не менее 10 мА;

– аналоговый унифицированный токовый сигнал 0-5 мА, 4-20 мА.

5.1.5 Входы, рассчитанные на прием аналоговых сигналов, в течение неопределенно длительного времени должны выдерживать без повреждения перегрузку, равную 150% верхнего значения диапазона изменения входного сигнала любой полярности.

5.1.6 Входное сопротивление УСО для унифицированного токового сигнала должно быть:

– 0,2-2,5 кОм для тока 0-5 мА;

– 0,1-1,0 кОм для тока 0-20 (4-20) мА.

5.1.7 Микропроцессорное устройство АУГ должно выдавать следующие управляющие типы сигналов:

– "сухой контакт", рассчитанный на напряжение 220 В переменного тока при мощности 100 В·А и cos φ 0,8, нагрузка индуктивная (для управления пускателями);

– "сухой контакт", рассчитанный на напряжение 220 В переменного тока и ток 1,0 А (для управления электромагнитами);

– "сухой контакт", рассчитанный на напряжение постоянного тока до 110 В при токе до 0,3 А (для управления табло сигнализации ТСС);

– бесконтактный ключ с коммутирующей способностью 24 В при токе до 300 мА, при подаче рабочего напряжения на электродвигатели через тиристорные усилители.

5.1.8 Все электрические цепи входных устройств должны иметь гальваническое разделение между собой, должны быть отделены от выходных цепей и "земли".

Рабочее напряжение гальванической развязки должно быть не менее:

– 100 В для аналоговых цепей;

– 500 В для дискретных сигналов 24 В;

– 1000 В для дискретных сигналов 220 В.

Для дискретных сигналов допустима групповая гальваническая развязка.

При формировании управляющих сигналов все электрические цепи выходных устройств должны иметь гальваническое разделение между собой, а также должны быть отделены от входных цепей и "земли". Рабочее напряжение гальванической развязки должно быть не менее 1000 В.

5.1.9 Кабели связи между датчиками, сборками задвижек, местными щитами управления и МПУ АУГ, УСО должны обеспечивать эффективную защиту от помех, вызываемых электромагнитными полями.

5.2 Требования к программному обеспечению

5.2.1 Программное обеспечение АУГ должно состоять из базового ПО, независящего от характера технологического процесса, и прикладного ПО, решающего задачи АУГ.

5.2.2 Все программное обеспечение должно сопровождаться исчерпывающей эксплуатационной документацией согласно системе стандартов ЕСПД (группа 19) [15].

Должно быть обеспечено сопровождение программного обеспечения со стороны разработчиков.

5.2.3 Программное обеспечение должно содержать библиотеку типовых алгоритмов реализации функций САУГ, предназначенных для выполнения конкретных проектов АСУ ТП путем редактирования этих алгоритмов пользователем.

5.2.4 Должна быть обеспечена защита программного обеспечения от ошибочных действий персонала, в частности должно блокироваться внесение непредусмотренных изменений в процессе функционирования АУГ.

Внесение изменений в прикладное ПО в части логических алгоритмов управления должно производиться только после автономной отладки и исключительно на остановленном оборудовании.

5.2.5 В каждом МПУ должна быть заложена программа самодиагностики, предназначенная для обнаружения отказов датчиков, источников питания, аналого-цифровых преобразователей, запоминающих устройств и др.

5.2.6 Программное обеспечение МПУ АУГ должно обеспечивать безотказное функционирование КТС и удовлетворять требованиям к пятому (нормальному) уровню безопасности ПО согласно [6].

5.3 Требования к информационному обеспечению

5.3.1 Информационное обеспечение должно быть достаточным по объему для выполнения соответствующих функций АУГ.

Для предоставления информации оператору-технологу должны использоваться следующие формы отображения:

— изображения на цветных видеотерминалах;

— сигнализация на сигнальных табло (для специализированных САУГ);

— отображение информации на обобщенной мнемосхеме (для специализированных САУГ);

— показания приборов (для специализированных САУГ);
— звуковые сигналы.

5.3.2 На видеотерминалах должны применяться следующие виды изображений:

— фрагменты мнемосхемы (видеокадры) топки котла с изображением всех (части) горелок котла;
— фрагменты (видеокадры) конкретных горелок котла;
— текстовые сообщения.

Кроме того, могут применяться изображения виртуальных клавишных полей и другие.

5.4 Требования к лингвистическому обеспечению

5.4.1 Лингвистическое обеспечение должно предоставлять удобные средства общения персонала с техническим комплексом.

5.4.2 Для представления информации должны использоваться общепринятые в отрасли символы, сокращения терминов, условные обозначения.

5.4.3 Для описания технологических алгоритмов САУГ должны широко использоваться стандартные бланки (формы), разработанные создателями МПУ АУГ или специальные графические объектно-ориентированные языки.

6 ТРЕБОВАНИЯ К ХАРАКТЕРИСТИКАМ САУГ

6.1 Требования к надежности и безопасности

6.1.1 К ПТК АУГ, в составе которой реализуется ряд ТЗ и ЗБ, предъявляются повышенные требования к надежности, живучести, ремонтопригодности.

6.1.2 Технологические защиты и ЗБ [4] подразделяются на две группы:

— группа А, где ТЗ и ЗБ срабатывают в аварийных ситуациях, создающих опасность для жизни персонала и сохранности оборудования;

— группа Б, где ТЗ и ЗБ срабатывают в аварийных ситуациях, создающих опасность повреждения оборудования или сокращения его ресурса.

Перечень ТЗ и ЗБ с указанием к какой из групп они относятся приведен в приложении В.

6.1.3 Показатели аппаратной надежности отдельных каналов МПУ АУГ, где реализованы защиты и блокировки, в соответствии с [4] приведены в таблице 1.

Таблица 1

ТЗ и ЗБ, реализуемые в МПУ АУГ	Вероятность несрабатывания при запросе, не более		Параметр потока ложных срабатываний, 1/год не более
	Критический отказ	Некритический отказ	
Группа А	0,002	0,01	0,02
Группа Б	0,007	0,03	0,05

Критическим отказом ТЗ и ЗБ является несрабатывание при запросе хотя бы одного из особо важных в технологическом отношении ИУ (их перечень приведен в [4]) рассматриваемой ТЗ или ЗБ по вине аппаратных средств МПУ АУГ; критический отказ может привести к тяжелым последствиям для персонала и технологического оборудования, если персонал не сумел вовремя продублировать команду МПУ АУГ на данное ИУ.

Некритическим отказом ТЗ и ЗБ является несрабатывание при запросе хотя бы одного из ИУ рассматриваемой ТЗ или ЗБ по вине аппаратных средств МПУ АУГ, однако наличие последовательно установленных ИУ, имеющиеся резервы времени и ресурсы оперативного персонала дают возможность не допустить или устранить последствия такого отказа.

Показателями аппаратной надежности КТС САУГ (кроме функций ТЗ и ЗБ) являются средняя наработка на отказ и среднее время восстановления устройств, реализующих данную функцию. Значения этих показателей в соответствии с [3] приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ п.п.	Подсистема, формулировка отказа	Средняя наработка на отказ, тыс. ч, не менее	Среднее время восстановления, ч, не более
1	Сбор и первичная обработка аналоговой информации:		
	отказ одного канала	30,0	1
	одновременный отказ двух и более каналов в одном УСО	100,0	1
	одновременный отказ всех каналов одного УСО	200,0	1
2	Сбор и первичная обработка дискретной информации:		
	отказ одного канала	30,0	1
	одновременный отказ всех каналов одного УСО	200,0	1
3	Передача данных по интерфейсным каналам:		
	невозможность обмена данными между двумя любыми абонентами сети	50,0	1
	невозможность обмена данными между тремя и более абонентами сети	100,0	1
4	Предупредительная и аварийная сигнализация:		
	отказ одного канала	30,0	1
	одновременный отказ более одного канала	100,0	1
5	Отображение информации оператору-технологу:		
	невозможность вызова одной видеограммы	10,0	1
	отсутствие динамической информации по одному каналу	10,0	1
	невозможность вызова всех видеограмм одного АРМ ОТ	200,0	1
6	Автоматическое регулирование:		
	отказ одного контура АР	20,0	1
	одновременный отказ всех контуров АР в пределах одного контроллера	50,0	1

Окончание таблицы 2

№ п.п.	Подсистема, формулировка отказа	Средняя наработка на отказ, тыс. ч, не менее	Среднее время восстановления, ч, не более
7	Логическое управление:		
	отказ одного алгоритма логического управления	20,0	1
	одновременный отказ всех программ одного контроллера	50,0	1
8	Дистанционное управление:		
	невозможность управления по одному каналу	200,0	1
	невозможность управления по двум и более каналам	300,0	1
	ложное срабатывание по одному каналу	1000,0	0,5

6.1.4 Могут быть использованы следующие рекомендации повышения надежности:

– выбор комплектующих элементов блоков, модулей, устройств передачи информации с высокой надежностью;

– увеличение аппаратной, информационной, функциональной и алгоритмической избыточности, обеспечивающей работоспособность деградировавших систем при единичных отказах без останова оборудования;

– повышение надежности программных средств;

– развитие системы диагностики технических и программных средств ПТК;

– выполнение защиты от выдачи ложных команд и ложной информации;

– использование специальных избыточных кодов для защиты информации в процессе обмена;

– повышение резервирования в стойках, выполняющих наиболее ответственные программы по защите технологического оборудования;

– применение специальных методов трассирования кабельных связей, исключающих прокладку резервируемых линий в одном коробе, лотке и т.д.;

– диагностирование периферийного оборудования АСУ ТП;

– контроль информации на входе;

– хранение наиболее важной информации и программ в энергонезависимом запоминающем устройстве и реализация постоянного контроля за целостностью хранимой информации.

6.1.5 Система АУГ должна удовлетворять требованиям безопасности и электробезопасности [7-10], правилам пожаробезопасности [11, 12], правилам устройства электроустановок [13].

7 ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ САУГ

7.1 Требования к защите от влияния внешних воздействий

7.1.1 Комплекс технических средств АУГ должен соответствовать требованиям Правил устройства электроустановок [13].

7.1.2 Технические средства нижнего уровня ПТК АУГ должны отвечать требованиям ГОСТ 12997-84 [14] группа В4 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

– рабочая температура окружающей среды, °С..... +10 ÷ +40;

– предельная температура (кратковременное изменение на период не более 2 ч), °С ..... +5 ÷ +50;

– относительная влажность воздуха, % 30-75;

– предельная влажность воздуха, % 20-80;

– атмосферное давление (группа Р1), кПа..... 84,6-106,7;

– вибрация в диапазоне частот 0,5-50 Гц с амплитудой 0,15 мм (группа № 1);

– внешние магнитные поля постоянного и переменного тока с частотой 50 Гц и напряженностью до 400 А/м;

– внешние электрические поля напряженностью до 10±1 кВ/м;

– содержание пыли в помещениях – в соответствии с требованиями для электротехнических помещений.

Степень защиты КТС АУГ должна быть не ниже *IP*54.

7.1.3 Технические средства верхнего уровня ПТК АУГ должны отвечать требованиям ГОСТ 12997-84 [14] группа В4 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

- рабочая температура окружающей среды, °С ..... +15 ÷ +25;
- предельная температура (кратковременное изменение на период не более 4 ч), °С ..... +10 ÷ +35;
- относительная влажность воздуха, % 20–80;
- атмосферное давление (группа Р1), кПа 84,6–106,7;
- вибрация в диапазоне частот 0,5-50 Гц с амплитудой ..... 0,1 мм;
- внешние магнитные поля постоянного и переменного тока с частотой 50 Гц и напряженностью до ..... 40 А/м;
- внешние электрические поля напряженностью до ..... 10 кВ/м;
- содержание пыли в помещениях не выше 1,0 мг/м^3 при размере частиц не более ..... 3 мкм.

Магнитные носители информации должны храниться в металлических шкафах для защиты от воздействия электромагнитных полей.

7.1.4 Расположенные на площадках обслуживания горелок УСО 'и ШМУ должны соответствовать ГОСТ 12997-84 группа Д3, иметь степень защиты *IP*54 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

- рабочая температура окружающей среды, °С.... +10 ÷ +50;
- предельная температура (кратковременное изменение на период не более 2 ч), °С ..... +5 ÷ +75;
- внешние магнитные поля постоянного и переменного тока с частотой 50 Гц и напряженностью до ..... 400 А/м;
- атмосферное давление, кПа ..... 84,0–106,7.

Конструктивное исполнение технических средств должно обеспечить защиту от несанкционированного вмешательства в их работу посторонних лиц.

Технические средства по условиям эксплуатации должны соответствовать требованиям РД 153-34.1-35.137-00 [4].

Значения других показателей окружающей среды такие же как для технических средств ПТК АУГ нижнего уровня.

7.2 Требования к электроснабжению

Электроснабжение МПУ АУГ должно соответствовать требованиям, приведенным в [4].

7.2.1. В соответствии с [4] источниками электроснабжения должны быть:

а) основной – через АВР от двух независимых вводов сети переменного тока напряжением 380/220 В с максимально допустимыми колебаниями +10%, −15% номинального и частотой 50±1 Гц;

б) резервный – либо путем инвертирования через АВР от двух независимых вводов постоянного тока (например, напряжением 220 В с максимально допустимыми колебаниями +10, -20% номинального), либо от специальных для ПТК аккумуляторных батарей.

Способ резервирования уточняется при разработке технического задания на конкретное оборудование.

Датчики САУГ должны запитываться от тех же источников, либо от внутренних источников питания ПТК.

7.2.2 *Работоспособность устройств должна сохраняться* при наличии напряжения указанного качества хотя бы на одном из вводов, а также при кратковременных до 5 с отклонениях напряжения питания в пределах +15, −30% и частоты ±5 Гц.

7.2.3 При исчезновении питающего напряжения на время до 0,5 с при срабатывании АВР не должно возникать неисправностей в МПУ САУГ.

Приложение А

ПЕРЕЧЕНЬ ВХОДНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИГНАЛОВ И ВЫХОДНЫХ КОМАНД НА ИУ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В САУГ НА ОДНУ ГОРЕЛКУ

№ п.п.	Наименование сигнала (см. рисунок 1)	Состояние	Количество сигналов (1 гор.)	Команда	Количество команд (1 гор.)
1	Быстрозапорный клапан на подводе газа к горелке – 1	Открыт, закрыт	2	Открыть, закрыть	2
2	Задвижка на подводе газа к горелке – 2	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
3	Задвижка на подводе газа к горелке – 3	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
4	Задвижка на газопроводе безопасности – 4	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
5	Электромагнитный клапан ЗЗУ – 5			Открыть, закрыть	2
6	Задвижка ЗЗУ – 6	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
7	Шибер на воздухе – 7	Открыт, закрыт	2	Открыть, закрыть	2
8	Задвижка на подводе мазута – 8	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
9	Быстрозапорный клапан на подводе мазута к горелке – 9	Открыт, закрыт	2	Открыть, закрыть	2
10	Задвижка на распыл мазута – 10	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
11	Задвижка на продувке мазутной форсунки – 11	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
12	Задвижка на продувке мазутной форсунки – 12	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
13	Задвижка на линии ревизии	Открыта, закрыта	2	Открыть, закрыть	2
14	Факел запальника	Есть/нет	2		
15	Факел газовой горелки	Есть/нет	2		

№ п.п.	Наименование сигнала (см. рисунок 1)	Состояние	Количество сигналов (1 гор.)	Команда	Количество команд (1 гор.)
16	Факел мазутной форсунки	Есть/нет	2		
17	ЗЗУ			Включить, отключить	2
18	Переключатель на ШМУ	Форс. готова к работе/форс. не готова к работе	2		
19	Ключи управления арматурой горелки с ШМУ	Открыть/ закрыть	2 для одной арматуры, для 13 арматур – 26 сигналов		
20	Ключ пуска горелки с ШМУ	Пуск	1		
21	Ключ отключения горелки с ШМУ	Отключение	1		
	Итого:		62		28

Приложение Б

ОПИСАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ПТК САУГ (см. рисунок 2)

На групповом (блочном) щите управления в оперативном контуре управления располагается АРМ ОТ и АРМ ДИ АСУ ТП.

Примечание – Применяемые АРМ ОТ, АРМ ДИ, АРМ ПТК, сервер документирования и архива, рабочая станция сервера архива и документ используются также в ПТК АСУ ТП котла.

АРМ ОТ для САУГ должен выполнять следующие функции:

– прием и обработку информации от контроллеров нижнего уровня;

– обработку команд оперативного дистанционного и автоматического управления оборудования горелок и передачу их на нижний уровень управления;

– отображение состояния технологического оборудования горелок, значений технологических параметров, сообщений сигнализации;

АРМ ДИ предназначен для:

– отображения состояния технологического оборудования горелок на ограниченном количестве фрагментов горелок;

– отображения подробной информации о состоянии и работоспособности элементов ПТК АСУ ТП;

– отображения подробной информации о состоянии и работоспособности периферийных устройств АСУ ТП;

– ручного санкционированного включения/выключения задач защит и блокировок;

– коррекции следующих настроечных параметров задач:

выдержки времени срабатывания защит и блокировок;

скорости хода ИУ;

параметры настройки фильтров входных аналоговых сигналов.

На верхнем уровне АСУ ТП в неоперативном контуре управления располагается автоматизированное рабочее место конфигурирования и обслуживания ПТК АРМ ПТК.

АРМ ПТК в режиме конфигурирования предназначен для:

– санкционированного доступа к прикладному ПО с целью внесения изменений и дополнений и регистрации внесения изменений;

– ведения и документирования базы данных;

– проведения автономной отладки вновь разработанного или измененного прикладного ПО;

– коррекции следующих настроечных параметров задач: выдержки времени срабатывания защит и блокировок; контроля за временем хода ИУ;

– параметров настройки фильтров входных аналоговых сигналов.

АРМ ПТК в режиме обслуживания ПТК АСУ ТП предназначен для:

– отображения подробной информации о состоянии и работоспособности элементов ПТК АСУ ТП;

– проведения детальной диагностики функционирования элементов ПТК.

Сервер архива должен выполнять функции:

– сбора и хранения информации о протекании технологического процесса, действиях оператора и задач АСУ ТП;

– периодической перезаписи накопленной информации на устройстве долговременного хранения большой емкости;

– выдачи по запросу из созданного архива данных за заданный промежуток времени на ЭВМ;

– формирования из информации, сохраняемой на сервере архива, и вывод на печать протоколов по запросу пользователей.

Приложение В

ПЕРЕЧЕНЬ ТЗ И ЗБ, КОТОРЫЙ ДОЛЖЕН БЫТЬ РЕАЛИЗОВАН В САУГ

№ п.п.	Наименование ТЗ или ЗБ	Тип ТЗ или ЗБ
1	Невоспламенение или погасание факела любой газовой горелки растопочной группы при растопке котла без ПЗК у газовых горелок	А
2	Невоспламенение первой или погасание факела всех газовых горелок, оснащенных ПЗК и ЗЗУ, или всех мазутных горелок, оснащенных ЗЗУ, при растопке котла	А
3	Невоспламенение или погасание факела газовой горелки или мазутной горелки, оснащенной всережимным ЗЗУ	Б
4	Прекращение и запрет подачи топлива в горелку в случае полного закрытия шибера на линии подвода воздуха к этой горелке	Б
5	Запрет подачи топлива в горелку при отсутствии факела запального устройства этой горелки	Б
6	Запрет подачи топлива в горелку при наличии ложного сигнала от датчика факела горелки	А
7	Запрет открытия второго запорного устройства по ходу топлива перед горелкой при неоткрытом первом	Б
8	Блокировки запорного устройства на трубопроводе безопасности газовой горелки	А
9	Блокировки паровой и мазутной магистралей мазутной горелки	Б

Список использованной литературы

1. Правила безопасности в газовом хозяйстве. ПБ 12-368-00.– С.-Пб.: ЦОТПБСП, 2000.
2. Правила взрывобезопасности при использовании мазута в котельных установках: РД 34.03.351-93.– М.: СПО ОРГРЭС, 1994.
3. Общие технические требования (ОТТ) к программно-техническим комплексам (ПТК) для АСУ ТП тепловых электростанций. РД 34.35.127-93.– М.: СПО ОРГРЭС, 1995.
4. Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники. РД 153-34.1-35.137-00.– М.: СПО ОРГРЭС, 2000.
5. Технические условия на выполнение технологических защит и блокировок при использовании мазута и природного газа в котельных установках в соответствии с требованиями взрывобезопасности. РД 153-34.1-35.108-2001.– М.: СПО ОРГРЭС, 2001.
6. МЭК ПК 65А/РГ9/45. *Программное обеспечение* АСУ ТП, критичных к вопросам безопасности. Ч. 1, 11.– М.: Издательство стандартов, 1989.
7. ГОСТ 12.2.003-91. ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
8. ГОСТ 12.2.007.0-75. ССБТ. Изделия электротехнические. *Общие требования безопасности.*
9. ГОСТ 25861-83. Машины вычислительные и системы обработки данных. Требования элек-

трической и механической безопасности и методы испытаний.
10. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
11. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
12. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий: РД 153.34.0-03.301-00. – М.: ЗАО "Энергетические технологии", 2000.
13. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
14. ГОСТ 12997-84. Изделия ГСП. Общие технические условия.
15. ГОСТ 19001-77. ЕСПД. Общие положения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1 Общие положения 4
2 Характеристика технологического объекта и режимы его работы 6
3 Общие требования к САУГ 8
4 Требования к САУГ 10
4.1 Требования к структуре и функционированию САУГ 10
4.2 Функции САУГ 12
4.2.1 Информационные функции 12
4.2.2 Управляющие функции 13
4.2.3 Вспомогательная (сервисная) функция 18
5 Требования к видам обеспечения САУГ 18
5.1 Требования к техническому обеспечению 18
5.2 Требования к программному обеспечению 20
5.3 Требования к информационному обеспечению 21
5.4 Требования к лингвистическому обеспечению 22
6 Требования к характеристикам САУГ 22
6.1 Требования к надежности и безопасности 22
7 Требования к эксплуатации САУГ 26
7.1 Требования к защите от влияния внешних воздействий 26
7.2 Требования к электроснабжению 28
Приложение А. Перечень входных дискретных сигналов и выходных команд на ИУ, используемые в САУГ на одну горелку 29
Приложение Б. Описание функционирования структуры ПТК САУГ 31
Приложение В. Перечень ТЗ и ЗБ, который должен быть реализован в САУГ 33
Список использованной литературы 34

Подписано к печати 29.01.2004
Печать ризография Усл.печ.л. 2,2 Уч.-изд. л. 2,3 Тираж 200 экз.
Заказ № 556 Издат. № 03-143

ЦПТИ ОРГРЭС
107023, Москва, Семеновский пер., д. 15

gost.e-ecolog.ru