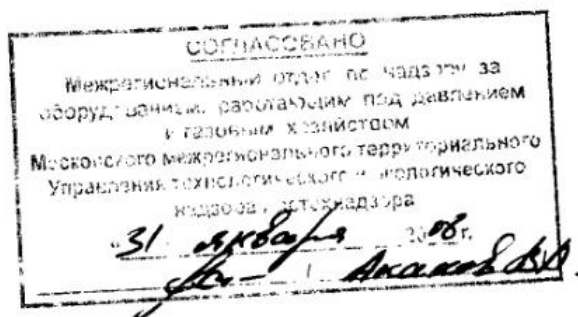


УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор



Для внутреннего пользования.

МЕТОДИКА
проведения работ по наладке систем автоматического регулирования
газоиспользующего оборудования

г. Москва, 2008

СОДЕРЖАНИЕ:

1. Общие положения	3
2. Электроснабжение и электротехнические устройства	4
3. Автоматизация теплосилового и технического оборудования, работающего на жидком и газообразном топливе	7
4. Программа проведения наладочных работ по КИП и А	14
5. Оснащенность бригады при выполнении наладочных работ	15
6. Наладка автоматики безопасности и сигнализации	15
7. Наладка систем автоматического регулирования	18
7.1. Общие сведения о регуляторах	18
7.2. Подготовка регуляторов к наладке	20
7.3. Проверка исправности и соответствия проекту оборудования и монтажа	20
7.4. Проверка работоспособности приборов	21
7.5. Стендовая проверка элементов систем и их настройка	22
7.6. Технология наладки систем автоматического регулирования	25
8. Сдача средств автоматического регулирования и безопасности (КИП и А) в эксплуатацию	36
9. Методические указания по составлению технического отчета	36
10. Приложения	
Протокол измерения сопротивления изоляции	39
Протокол стендовой поверки приборов средств автоматизации	40
Акт окончания работ по монтажу	41
Ведомость смонтированных приборов и средств автоматизации	43
Акт на приемку оборудования в наладку	44
Ведомость дефектов и недоделок	45
Календарный график производства пуско-наладочных работ	47
Карта параметров настройки автоматики безопасности	48
Акт испытания сигнализации и автоматики безопасности	50
Акт 72-х часового комплексного опробования автоматики безопасности	52
Режимная карта	53

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Методика выполнения работ по монтажу и наладке электротехнического оборудования, средств контроля, автоматического регулирования и безопасности, предусматривает монтаж, наладку основного и вспомогательного оборудования котельных с паровыми и водогрейными котлами, работающими на твердом, жидком и газообразном топливе, оснащенные средствами контроля, безопасности и регулирования согласно СНиП 11-35-76 "Котельные установки", а также монтаж и наладку систем автоматики типа "Контур", "Пролог 101", КСУ-ЭВМ, "КСУ-Режим" и другими, которыми оснащается газоиспользующее оборудование котельных.

1.2. Методика составлена с учетом требований нормативных документов:

- "Правила технической эксплуатации коммунальных отопительных котельных". Утверждены Минстроем России от 11.11.92 г.
- "Правила пользования газом и предоставление услуг по газоснабжению в Российской Федерации". Утверждены приказом Министерства энергетики - Российской Федерации 16.12.02 г. № 448.
- "Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов с давлением пара не более 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрейных котлов и водоподогревателей с температурой нагрева воды не выше 338К (115°C)". Утверждены Минстроем России от 28.08.92 г.
- СНиП 11-35-76 "Котельные установки" с изменением № 1;
- "Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления" ПБ-12-529-03. Утверждены постановлением Госгортехнадзора от 18.03.2003 г. № 9.
- "Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов" ПБ 10-574-03
- СНиП 3.01.01. - 85 "Правила производства электромонтажных работ в электроустановках".
- СНиП 42-01-2002 "Газораспределительные системы"
- СНиП 1.01.01. - 82 "Монтаж электроустановок во взрывоопасных и пожароопасных зонах"
- приложение к СНиП 3.05.05. - 84
- СНиП 1.01.02. - 83 "Правила производства пусконаладочных работ в электроустановках".
- СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"
- СНиП 3.05.06. - 85 "Электротехнические устройства"
- СНиП 3.07 - 85 "Системы автоматизации"
- ПУЭ с приложениями.

Использована литература:

- "Справочник эксплуатационника газовых котельных". 1988 г.
- Варварин В.К. и др. "Наладка котельных установок". 1987 г.
- Барласов Б.З, Ильин В.И, "Наладка приборов и систем автоматизации".
- Ключев А.С. "Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования", Справочное пособие, 1989г.

1.3. Для отопления, горячего водоснабжения и технологических нужд производства использует в основном котлы малой и средней мощности. Котельные с котлами малой и средней мощности работают на газообразном и жидком топливе.

Наладка приборов контроля в таких котельных достаточно хорошо описана в инструкциях предприятий - изготовителей, в методике будет рассмотрена наладка автоматики безопасности и автоматической системы регулирования.

Наиболее автоматизированы котельные, работающие на газе, так как при их эксплуатации предъявляются особые требования к выполнению правил безопасности. Применение автоматики в котельных позволяет сократить расход топлива, улучшить условия труда и повысить безопасность.

2. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

2.1. Согласно СНиП 11-35 - 76 электротехническая часть проектов котельных должна разрабатываться в соответствии с Правилами устройства электроустановок ПУЭ, строительными нормами и правилами производства и приёмки работ по электротехническим устройствам.

2.2. Электроприёмники котельных по надёжности электроснабжения относятся к первой или второй категории, определяемой в соответствии с ПУЭ. В котельных второй категории с водогрейными котлами единичной производительностью более 10 Гкал/ч электродвигатели сетевых и подпиточных насосов относятся по условиям электроснабжения к первой категории.

2.3. Выбор электродвигателей, пусковой аппаратуры, аппаратов управления, светильников и проводки, следует производить в зависимости от характеристики зданий (помещений) и сооружений по условиям рабочей среды.

2.4 Прокладку кабелей питающих и распределительных сетей, выполняются в коробах или открыто на конструкциях, а проводов только в коробах. Допускается предусматривать прокладку кабелей в каналах, а проводов - в трубах.

2.5 Для обеспечения безопасной работы и сохранности оборудования при отключении котлоагрегатов предусматривается блокировка электродвигателей дымососов и вентиляторов.

2.6. Автоматическое включение резервных насосов питательных, сетевых, подпиточных, горячего водоснабжения, подачи жидкого топлива предусматривается в случае аварийного отключения работающего насоса или при падении давления. Для котельных второй категории с паровыми котлами с давлением пара до 1,7 кгс/см² и водогрейными котлами с температурой воды до 115° С, при наличии в котельной постоянного обслуживающего персонала АВР насосов не предусматривается, при этом необходима сигнализация аварийного отключения насосов.

2.7 При мощности каждого электродвигателя любых насосов более 40 кВт их пуск следует производить при закрытой электрозадвижке на напорном патрубке насоса. Электросхемы управления насосом и электрозадвижки, должны быть заблокированы.

2.8 Для котельных второй категории с паровыми котлами с давлением пара до 1,7 кгс/см² и водогрейными котлами с температурой воды до 115° С, предусматривается местное управление. В котельных первой категории управление электродвигателями производится со щитов.

2.9. В котельных предусматривается рабочее освещение, а также аварийное для продолжения работы. При площади отдельных этажей котельных до 250 м² включительно, допускается для аварийного освещения применение переносных электрических фонарей с аккумуляторами или сухими элементами.

2.10 Для питания светильников местного стационарного освещения в производственных помещениях котельных, применяется напряжение не выше 42 В, для ручных светильников – не выше 12В.

2.11 Световое ограждение дымовых труб выполняется в соответствии с требованиями Наставления по аэродромной службе в гражданской авиации РФ.

2.12 Освещённость помещений и сооружений котельной, принимается в соответствии со строительными нормами и правилами по проектированию искусственного освещения в зависимости от разряда и подразряда зрительных работ.

2.13. Молниезащита зданий и сооружений котельных, выполняется согласно с Указаниями по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений.

2.14. Здания и сооружения котельных, должны иметь контур заземления, выполненный согласно проекта и в соответствии с требований СНиП и ПУЭ.

Монтаж электротехнических устройств

Выполняются специализированными организациями, имеющими лицензии на право проведения данных работ, обученный и аттестованный персонал.

2.1.1. До начала производства работ на объекте должны быть выполнены следующие мероприятия:

- получена рабочая документация в количестве и в сроки, определённые Правилами о договорах подряда;
- согласованы графики поставки оборудования, изделий и материалов с учётом технологической последовательности производства работ;
- приняты необходимые помещения для размещения монтажно-наладочного персонала, а также для складирования материалов и инструмента;
- разработан проект производства работ, проведено ознакомление персонала с рабочей документацией и сметами;
- осуществлена приёмка по акту строительной части объекта под монтаж электротехнических устройств.

2.1.2. Работы по монтажу электротехнических устройств производятся в соответствии :

- с рабочими чертежами основных комплектов электротехнических марок;
- по рабочей документации электроприводов;
- по рабочей документации не стандартизированного оборудования, выполненной проектной организацией;
- по рабочей документации заводов изготовителей технологического оборудования, поставляющих вместе с ним шкафы питания и управления.

2.1.3. Работы по монтажу электротехнических устройств производятся в два этапа:

- В первой стадии внутри зданий и сооружений производятся работы по монтажу опорных конструкций для установки электрооборудования, для прокладки кабелей и проводов, монтажу стальных и пластмассовых труб для электропроводок, прокладке проводов скрытой проводки до штукатурных и отделочных работ, а также работы по монтажу наружных кабельных сетей и сетей заземления. Работы первой стадии внутри зданий и сооружений выполняются по совмещённому графику, одновременно с производством основных строительных работ, при этом должны быть приняты меры по защите установленных конструкций и проложенных труб от поломок и загрязнений.
- Во второй стадии внутри зданий и сооружений производятся работы по монтажу электрооборудования, прокладке кабелей и проводов, их подключение к выводам электрооборудования. В электротехнических помещениях объектов работы следует выполнять после завершения комплекса общестроительных и отделочных работ, а в других помещениях и зонах – после установки технологического оборудования, электродвигателей и других электроприёмников.

Окончанием монтажа электротехнических устройств является завершение индивидуальных испытаний смонтированного электрооборудования и подписание рабочей комиссией акта о приёмке электрооборудования после индивидуальных испытаний.

Пусконаладочные работы электротехнических устройств

2.2.1. Работы по наладке электротехнических устройств производятся в четыре этапа:

2.2.2. На первом (подготовительном) этапе выполняется:

- разработать рабочую программу и проект производства работ;
- передать Заказчику замечания по проекту;
- подготовить парк измерительной, испытательного оборудования и приспособлений.

2.2.3. На втором этапе производятся:

- пусконаладочные работы, совмещённые с электромонтажными работами;
- проверка смонтированного оборудования с подачей напряжения от испытательных схем на отдельные устройства;
- подача напряжения на настраиваемое электрооборудование должна осуществляться только при отсутствии электромонтажного персонала в зоне наладки и при условии соблюдения мер безопасности.

2.2.4. На третьем этапе выполняются:

- индивидуальные испытания электрооборудования;
- настройка параметров, уставок защиты и характеристик оборудования;
- опробование схем управления, сигнализации, блокировок;

- опробование на холостом ходу технологического оборудования;
- вводится эксплуатационный режим работы, при этом обслуживание электрооборудования осуществляется Заказчиком, который обеспечивает расстановку эксплуатационного персонала, сборку и разборку электросхем, а также осуществляет технический надзор за работой электротехнического и технологического оборудования;
- после проведения индивидуальных испытаний, электрооборудование считается принятым в эксплуатацию.

2.2.5. На четвёртом этапе выполняются:

- комплексное опробование электрооборудования по утверждённым программам;
- обеспечение взаимных связей, регулировка и настройка характеристик и параметров отдельных устройств и функциональных групп электроустановки с целью обеспечения на ней заданных режимов работы;
- опробование установки по полной схеме на холостом ходу и под нагрузкой во всех режимах.

Пусконаладочные работы считаются законченными . после получения на электрооборудовании , предусмотренных проектом электрических параметров и режимов, обеспечивающих устойчивый технологический процесс выпуска продукции.

Работа пусконаладочной организации считается выполненной, при условии подписания акта приёмки пусконаладочных работ

3. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕПЛОСИЛОВОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА ЖИДКОМ И ГАЗООБРАЗНОМ ТОПЛИВЕ

3.1 Согласно СНиП 11-35-76 в проектах котельных должны предусматриваться защита оборудования (автоматика безопасности), сигнализация, автоматическое регулирование и контроль параметров при эксплуатации котельной.

3.2 На каждом котле должны быть предусмотрены приборы безопасности, обеспечивающие своевременное и надежное отключение котла при отклонении параметров от допустимых пределов:

а) Для паровых котлов, предназначенных для сжигания газообразного и жидкого топлива, независимо от давления пара и производительности, предусматривают устройства, автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам:

- при повышении или понижении давления газообразного топлива перед горелками;
- при понижении давления жидкого топлива перед горелками, кроме котлов, оборудованных ротационными горелками;
- при уменьшении разрежения в топке;
- при понижении давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;

- при погасании факелов горелок, отключение которых при работе котла не допускается;

- при повышении давления пара котельных без постоянного обслуживающего персонала;

- при повышении или понижении уровня воды в барабане;

- при неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (только для котельных второй категории).

б) Для водогрейных котлов при сжигании газообразного или жидкого топлива должны предусматриваться устройства, автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам в случаях:

- повышения или понижения давления газообразного топлива перед горелками;

- понижения давления жидкого топлива перед горелками кроме котлов, оборудованных ротационными горелками;

- понижения давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;

- уменьшения разрежения в топке;

- погасания факела горелок, отключение которых при работе котла не допускается;

- повышения температуры воды на выходе из котла;

- повышения или понижения давления воды на выходе из котла;

- уменьшения расхода воды через котел;

- неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения (только для котельных второй категории).

Примечание: Для котлов с температурой воды 115° С и ниже при понижении давления воды за котлом и уменьшении расхода воды через котел автоматическое прекращение подачи топлива к горелкам может быть не предусмотрено.

Необходимость оснащения котлов дополнительными приборами безопасности определяется требованиями завода - изготовителя котлоагрегатов и специализированной проектной организации.

3.3 Пределы отклонений параметров от номинальных значений, при которых должна срабатывать защита, устанавливаются заводы - изготовители оборудования и указываются в проектной документации.

В котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, на диспетчерский пункт выносятся следующие световые и звуковые сигналы:

- сигнал неисправности оборудования, при этом в котельной фиксируется причина остановки котла;

- сигнал срабатывания главного быстродействующего запорного клапана топливоснабжения котельной;

- сигнал при достижении загазованности помещения 10% от нижнего предела воспламеняемости природного газа (для котельных, работающих на газообразном топливе).

- сигнал при срабатывании системы пожарной сигнализации.

3.4. В котельных, с постоянным обслуживающим персоналом, должна предусматриваться световая и звуковая сигнализация при остановке котла (при срабатывании котловой автоматики безопасности). На местном щите фиксируется причина остановки котла.

Световая и звуковая сигнализация должна предусматриваться также при срабатывании общекотельной защиты. Причины срабатывания защиты:

- понижение температуры и давления жидкого топлива в общем трубопроводе к котлам;
- повышение или понижение давления газа в общем коллекторе;
- понижение давления воды в каждой питательной магистрали (при постоянно работающих питательных насосах);
- понижение или повышение давления воды в обратном трубопроводе тепловой сети;
- повышение или понижение уровня воды в баках (деаэрационных, аккумуляторных системах горячего водоснабжения, конденсатной, питательной, осветленной, декарбонизированной воды и т.п.), а также понижение уровня жидкого топлива в резервуарах;
- повышение температуры жидких присадок в резервуарах хранения;
- неисправность оборудования установок для снабжения котельных жидким топливом (при эксплуатации без постоянного обслуживающего персонала);
- повышение температуры подшипников электродвигателей технологического оборудования при требовании заводов-изготовителей;
- понижение величины pH в обрабатываемой воде (в схемах водоподготовки с подкислением);
- понижение давления (разрежение) в деаэраторе.

3.5. Автоматическое регулирование горения предусматривается для котлов с камерными топками для сжигания твердого, газообразного и жидкого топлива, а также для котлов со слоевыми механизированными топками, позволяющими автоматизировать их работу.

Автоматическое регулирование котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала должно предусматривать автоматическую работу основного и вспомогательного оборудования котельной в зависимости от заданных параметров работы и с учетом автоматизации теплоснабжающих установок. Запуск котлов при аварийном их отключении должен производиться вручную после устранения неисправностей.

При работе котла на аварийном топливе автоматизация процесса горения не предусматривается.

Автоматическое регулирование предусматривает:

- для паровых котлов – автоматическое регулирование питания водой (при давлении пара до 0,17 МПа допускается ручное регулирование питания котла);
- в циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения и в трубопроводе перед сетевыми насосами – автоматическое поддержание давления;
- для деаэракторов атмосферного и повышенного давления – автоматическое регулирование уровня воды и давления пара. При параллельном включении нескольких деаэракторов с одинаковым давлением пара – общие автоматические регуляторы;

- для вакуумных деаэраторов - автоматическое поддержание температуры деаэрированной воды;

- для промежуточных баков деаэрированной воды – автоматическое регулирование уровня воды в этих баках. При подаче воды из вакуумных деаэраторов непосредственно в баки-аккумуляторы горячего водоснабжения регулирование уровня воды в баках не предусматривается;

- для редуцированных установок – автоматическое регулирование давления; для редуциционно-охлаждающих установок – давления и температуры; для охлаждающих установок – температуры пара;

- для котельных с водогрейными котлами, оборудованными топками, не предназначенными для автоматического регулирования процесса горения, автоматическое регулирование температуры воды допускается не предусматривать;

- для водоподготовительных установок следует предусматривать автоматическое регулирование:

- а) температуры подогрева исходной воды (при установке осветлителей);
- б) уровня в баках декарбонизированной и осветленной воды;
- в) расхода реагентов (автоматическая подача нитратов не выполняется).

При установке фильтров диаметром 2000 мм и более допускается автоматизировать процесс их восстановления.

В проекте должны быть предусмотрены регуляторы давления газообразного топлива, температуры и давления жидкого топлива.

3.6. Для контроля параметров, наблюдение за которыми необходимо при эксплуатации котельной, следует использовать показывающие и регистрирующие приборы. Для контроля параметров, изменение которых может привести к аварийному состоянию оборудования – сигнализирующие показывающие приборы, а для контроля параметров, учет которых необходим для анализа работы оборудования или хозяйственных расчетов – регистрирующие и суммирующие приборы (приборы расхода и анализа).

3.6.1. Для котлов с давлением пара свыше 0,17 МПа и производительностью менее 4 т/ч следует устанавливать показывающие приборы для измерения:

- температуры и давления питательной воды в общей магистрали перед котлами;
- давления пара и уровня воды в барабане;
- давления воздуха перед горелкой;
- разрежения в топке;
- давления жидкого и газообразного топлива перед горелками.

2.6.2. Для котлов с давлением пара свыше 0,17 МПа и производительностью от 4 до 30 т/ч следует устанавливать показывающие приборы для измерения;

- температуры пара за пароперегревателем до главной паровой задвижки;
- температуры питательной воды за экономайзером;
- температуры уходящих газов;
- температуры воздуха до и после воздухоподогревателя;

- давления пара в барабане (для котлов производительностью более 10 т/ч указанный прибор должен быть регистрирующим);
- давления перегретого пара до главной паровой задвижки;
- давления пара у мазутных форсунок;
- давления питательной воды на входе в экономайзер после регулирующего органа;
- давления воздуха после дутьевого вентилятора, перед горелками за регулирующим органом;
- давления жидкого и газообразного топлива перед горелками за регулирующим органом;
- разрежения в топке;
- разрежения перед дымососом;
- расхода пара в общем паропроводе от котлов (самопишущий прибор);
- содержания кислорода в уходящих газах (переносной газоанализатор);
- уровня воды в барабане котла. При расстоянии от площадки, с которой ведут наблюдение за уровнем воды, до оси барабана более 6 м. или плохой видимости водоуказательных приборов на барабане следует дополнительно предусматривать два сниженных указателя уровня; один из указателей должен быть регистрирующим.

3.6.3. Для котлов с давлением пара 0,17 МПа и ниже и водогрейных котлов с температурой воды 115° С и ниже следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- температуры воды в общем трубопроводе перед водогрейными котлами и на выходе из каждого котла (до запорной арматуры);
- давления пара в барабане парового котла;
- давления воздуха после группового дутьевого вентилятора;
- давления воздуха после регулирующего органа;
- разрежения в топке;
- разрежения за котлом;
- давления газа перед горелками.

3.6.4. Для водогрейных котлов с температурой воды более 115 °С следует устанавливать показывающие приборы для измерения:

- температуры воды на входе в котел после запорной арматуры;
 - температуры, воды на выходе из котла до запорной арматуры;
- (в обоих случаях показывающий и регистрирующий приборы устанавливаются только при требовании завода - изготовителя котла о поддержании постоянной температуры воды);
- температуры воздуха до и после воздухоподогревателя;
 - температуры уходящих газов (показывающий и регистрирующий);
 - давления воды на входе в котел после запорной арматуры и на выходе из котла до запорной арматуры;
 - давления воздуха после дутьевого вентилятора перед горелками за регулирующим органом;

- давления жидкого и газообразного топлива перед горелками после регулирующего органа;
- разрежения в топке;
- разрежения перед дымососом;
- расхода воды через котел (показывающий и регистрирующий);
- расхода жидкого и газообразного топлива для котлов производительностью от 30 Гкал/ч (тепловая мощность 35 МВт) и более (суммирующие и регистрирующие);
- содержание кислорода в уходящих газах для котлов производительностью до 20 Гкал/ч (тепловая мощность 23 МВт) – переносной газоанализатор, для котлов большей производительности (тепловой мощности) – автоматические показывающие и регистрирующие газоанализаторы.

3.6.5. Для сушильных агрегатов, АВМ, работающих на жидком и газообразном топливе, предусматриваются устройства, автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам:

- при недопустимом понижении или повышении давления газа;
- отключении дутьевых вентиляторов или недопустимых отклонениях в подаче воздуха для сжигания газа на горелках с принудительной подачей воздуха;
- отключении дымососов или недопустимом снижении разрежения в топочном пространстве;
- прекращении подачи электроэнергии или исчезновении напряжения на устройствах дистанционного автоматического управления и средствах измерения;
- при погасании факела пламени горелки;
- при повышении температуры воздуха на выходе из сушильных агрегатов, АВМ.

3.6.6. Для деаэрационных установок необходимо предусматривать показывающие приборы для измерения:

- температуры и уровня деаэрированной воды в баках;
- температуры воды, поступающей в деаэратор;
- давления пара в деаэраторах атмосферного и повышенного давления (показывающие и регистрирующие);
- разрежения в вакуумных деаэраторах (показывающие и регистрирующие).

3.6.7. Для насосных установок следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- давления воды, жидкого топлива и жидких присадок во всасывающих (после запорной арматуры) и в напорных патрубках (до запорной арматуры) всех насосов;
- давления пара перед паровыми питательными насосами;
- давления пара после паровых и питательных насосов (при использовании отработанного пара).

3.6.8. В установках для нагрева воды и мазута необходимо предусматривать показывающие приборы для измерения:

- температуры нагреваемой среды и греющей воды до и после каждого подогревателя;
- температуры конденсата после охладителей конденсата;
- давления нагреваемой среды в общем трубопроводе до подогревателей и за каждым подогревателем;
- давления пара к подогревателям.

3.6.9. Для водоподготовительных установок следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- давления воды до и после каждого фильтра;
- расхода воды, поступающей к каждому ионитному фильтру (при установке двух фильтров устанавливают общий расходомер на оба фильтра);
- расхода воды, поступающей на водоподготовку (суммирующий);
- расхода воды на взрыхление фильтров;
- расхода воды после каждого осветлительного фильтра;
- расхода воды, поступающей к каждому эжектору приготовления регенерационного раствора;
- уровня декарбонизированной и осветленной воды в баках.

3.6.10. Для установок снабжения котельных жидким топливом следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- температуры топлива в баках;
- давления топлива до и после фильтров;
- уровня топлива в резервуарах и приемной емкости.

3.6.11. Для установок приема и ввода жидких присадок следует предусматривать показывающие приборы для измерения температуры присадок в резервуарах.

3.6.12. Для редукционных, редукционно-охладительных и охладительных установок следует предусматривать показывающие приборы для измерения:

- температуры перегретого пара в подводящем паропроводе;
- давления пара в подводящем паропроводе;
- давления редукционного пара.

3.6.13. В соответствии с Правилами учёта тепла и электроэнергии необходим:

- поагрегатный учёт расхода газа;
- общий расход (резервного) жидкого топлива;
- общий (поагрегатный) учёт вырабатываемой теплоэнергии;
- общий учёт вырабатываемой электроэнергии.

4. ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ по КИП и АВТОМАТИКЕ

Работы по наладке средств автоматизации включают поэтапное выполнение следующих мероприятий:

1. Подготовительные работы

1.1. Ознакомление с проектной документацией, с "Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации" заводов - изготовителей оборудования, приборов и устройств систем автоматики. Изучение схем измерения, автоматического регулирования, сигнализации, управления и защиты оборудования.

1.2. Ознакомление с комплектацией приборами и устройствами систем автоматизации.

1.3. Приемка оборудования, приборов и устройств в наладку. Оформление документации.

2. Наладочные работы:

2.1. Проверка выполненного монтажа в соответствии с требованиями СНиП по монтажу систем автоматики.

2.2. Проверка технических средств автоматизации: внешний осмотр, опробование, регулировка и настройка приборов и устройств. Определение соответствия основных технических характеристик аппаратуры требованиям инструкций заводов-изготовителей.

2.3. Проверка и настройка параметров цепей питания.

2.4. Подготовка к включению и включение в работу систем для обеспечения индивидуального испытания оборудования.

2.5. Проверка и настройка систем сигнализации, защиты, блокировки и управления. Проверка правильности прохождения сигналов.

2.6. Фазировка и контроль характеристик исполнительных механизмов.

2.7. Корректировка параметров настройки систем в процессе индивидуальных испытаний оборудования под нагрузкой.

2.8. Подготовка к включению и включение в работу систем для комплексного опробования оборудования.

2.9. Определение соответствия порядка отработки отдельных элементов систем сигнализации, защиты, блокировки и управления.

Устранение причин отказа или "ложного" срабатывания отдельных элементов и устройств в системах.

2.10. Определение соответствия пропускной способности запорно-регулирующей арматуры требованиям технологического процесса, правильности положений концевых выключателей.

Определение расходных характеристик регулирующих органов и приведение их к требуемой форме с помощью имеющихся в конструкции элементов настройки.

2.11. Уточнение статических и динамических характеристик объекта, определение и корректировка значений параметров настройки систем.

2.12. Испытания и определение пригодности систем автоматики к эксплуатации.

2.13. 72-часовое непрерывное испытание (прогон) систем совместно с эксплуатационным персоналом в период комплексного опробования оборудования.

2.14. Сдача систем в эксплуатацию.

2.15. Оформление рабочей документации.

3. Заключительные работы:

3.1. Оформление приемо-сдаточной документации.

3.2. Составление технического отчета по проведенным наладочным работам, где должны быть отражены способы, схемы измерения параметров работы, приспособления и используемые приборы при выполнении наладочных работ и проверки технического состояния оборудования, приборов и устройств автоматики в соответствии и на основании "Технических описаний и инструкций по эксплуатации" завода-изготовителя оборудования, приборов, устройств автоматики и "Методики выполнения наладочных работ по КИП и А", согласованной и утвержденной в установленном порядке.

5. ОСНАЩЕННОСТЬ БРИГАДЫ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

5.1. Работы по наладке автоматики безопасности и автоматическому регулированию выполняет, как правило, бригада из двух и более человек,

5.2. При выполнении работ могут использоваться следующие приборы и инструменты:

- микроманометры ММН-250;
- манометр образцовый;
- пресс переносной;
- прибор Петрова ППР-2М;
- вспомогательное оборудование (резиновые трубки, вентили, переходники);
- комплект инструмента, защитные средства;
- комбинированный прибор Ц-4312, Ц4313 и др.;
- мегаомметр М4100/4 (1000 В);
- омметр М372;
- магазин сопротивлений;
- секундомер.

6. НАЛАДКА АВТОМАТИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И СИГНАЛИЗАЦИИ

6.1. Автоматика безопасности предусматривает пусковые защитные блокировки, которые обеспечивают заданную последовательность операций при растопке котла и отключение его при возникновении аварийных состояний. Выполнение автоматики безопасности для котлов, работающих на газе или мазуте, предусмотрено СНиП 11-35-76 и "Правилами устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов".

Для обеспечения безопасности работы автоматизированных, а также неавтоматизированных котлов необходима надежная автоматическая система, особенно при сжигании в топках котлов взрывоопасного и токсичного газового топлива. Известно, что смесь воздуха с природным газом в количестве 5...15% взрывоопасна при соприкосновении с открытым огнем.

Взрыв газа возможен:

- а) в холодной топочной камере при розжиге котла;
- б) в действующей топке при попытке розжига резервных горелок;
- в) в горячей топочной камере остановленного котла.

Одним из основных требований, предъявляемых к системам автоматики безопасности котельных, является максимальный самоконтроль и надежность устройств автоматики. Таким образом, в случаях неисправности в системе автоматики безопасности котел должен автоматически выключаться путем отсечки подачи топлива.

При полном самоконтроле котлоагрегат может находиться в действии только при полностью исправной системе автоматики безопасности, что ставит повышенные требования не только к проектированию системы безопасности, но и к монтажу и к наладке приборов. Должна быть также установлена строгая периодическая проверка работоспособности всей системы безопасности.

Во все системы автоматики безопасности, независимо от количества параметров защиты, обязательно входит клапан - отсекающий, предназначенный для прекращения подачи топлива в топку котла при нарушении одного из контролируемых параметров. Клапан - отсекающий при временном прекращении подачи газа по газопроводу предотвращает загазовывание топки.

В отдельных случаях для управления клапаном - отсекающим используют электромагнит, который удерживает защелку клапана так, чтобы он оставался в открытом положении до срабатывания схемы автоматики безопасности.

В последнее время получили распространение соленоидные клапаны - отсекающие. Соленоидные обмотки этих клапанов непосредственно или через промежуточное реле включены в схему автоматики безопасности. Работы проводят в следующей последовательности:

- проверка исправности и соответствия проекту оборудования и монтажа;
- проверка работоспособности и функционирования первичных измерительных преобразователей;
- наладка схем автоматики безопасности и сигнализации (в статических и динамических режимах).

Перед началом производства работ наладчики должны ознакомиться с технической документацией и осмотреть установленное оборудование и приборы.

По мере проведения работ в случае обнаружения неисправности оборудования составляют ведомость дефектов и передают заказчику. В дальнейшем наладчики должны контролировать процесс устранения неисправностей и выполнения данных рекомендаций.

6.2. Проверка исправности и соответствия проекту оборудования и монтажа.

Проверяется соответствие монтажа приборов и оборудования проекту, требованиям завода - изготовителя и СНиП.

У первичных преобразователей проверяют соответствие паспортных данных проекту, отсутствие внешних дефектов, надежность установки, соблюдение уклонов и протяженности импульсных линий к приборам, экранировку измерительной электропроводки.

У коммутационной защитной и релейной аппаратуры проверяют: отсутствие внешних повреждений, соответствие проекту номинальных напряжений катушек коммутационных аппаратов, плавких вставок предохранителей и значений токов отсечки автоматических выключателей, отсутствие перекосов и заеданий подвижных элементов, надежность замыкания контактов коммутационной аппаратуры.

При проверке кабельных связей и коммуникаций обращается внимание на наличие обозначений на отдельных проводах, тип используемого провода по площади сечения и числу жил, а также надежность подсоединения проводов на входных и выходных колодках и разъемах щитов и устройств управления и в соединительных коробках.

Кабели цепей защиты должны быть проложены по защищенным трассам, по возможности вдали от теплоизлучающих поверхностей. Запрещается совмещение в одном кабеле измерительных цепей датчиков, электронных приборов защиты и силовых цепей.

Кабели цепей защиты должны иметь обозначение с обоих концов, а также в местах пересечения нескольких кабелей, при проходе сквозь стену и т.д. по длине через каждые 50...70 м.

Изоляцию цепей защиты при первом включении испытывают повышенным напряжением в течение 1 мин. Во время испытаний необходимо соблюдать правила техники безопасности.

Сопротивление изоляции для цепей напряжением выше 60 В измеряется мегаомметром на 500 или 1000 В, для цепей 60 В и ниже – 500 В.

Изоляция цепей защиты относительно земли и жил, относительно друг друга, должна составлять не ниже 1 МОм для каждого присоединения при полностью собранной схеме, а для цепей защиты, используемых при напряжении 60 В и менее, – не ниже 0,5 МОм.

6.3 Проверка работоспособности и функционирования первичных измерительных преобразователей осуществляется в соответствии с инструкциями, паспортами заводов - изготовителей по лабораторной (стендовой) поверке приборов и отраслевых методик.

6.4 Наладка схем автоматики безопасности и сигнализации.

Наладка автоматики безопасности заключается в проверке правильности взаимодействия всех элементов схемы. Испытания проводят в два этапа - до и после растопки котлоагрегата.

До растопки котла все цепи защиты проверяют непосредственным воздействием на первичные преобразователи (имитируется аварийное значение параметра). Для этого перемычками замыкают контакты всех первичных преобразователей, которые должны быть замкнуты при нормальной работе котла. Клапан - отсекающий при этом включен.

Затем, поочередно убирая перемычки, имитируют аварийное состояние котла. Клапан - отсекающий при этом обесточивается.

При проверке действия каждой защиты обращают внимание на правильность операций, проводимых при срабатывании данной защиты и на четкость определений первопричины срабатывания защиты по появившимся звуковым и световым сигналам.

После растопки котла проверяют действие устройств защиты непосредственным измерением контролируемой величины. Проверка осуществляется с действием защит на включение соответствующих светозвуковых сигналов без воздействия на работу котла. Необходимо многократно опробовать схемы, чтобы убедиться в четкости и надежности срабатывания технологических защит.

Результаты наладки отражаются в карте параметров настройки и акте испытаний автоматики безопасности. У оперативного персонала должна иметься таблица параметров работы технологических защит и принципиальные схемы автоматики безопасности и сигнализации.

7. НАЛАДКА СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

7.1. Общие сведения о регуляторах

Промышленностью выпускается большое количество различных автоматических регуляторов, предназначенных для регулирования режима работы котельных установок (температуры, давления, расхода, уровня, соотношения “газ–воздух” и пр.).

Автоматические регуляторы разделяются на регуляторы прямого и непрямого действия.

Регуляторы прямого действия управляют регулирующим органом за счет энергии, получаемой от регулируемой среды. Область применения этих регуляторов ограничена. Они не приспособлены к переходу на дистанционное управление регулирующим органом, не способны развивать значительных усилий, а также не могут зачастую производить сложного регулирующего воздействия.

Примерами таковых являются регуляторы давления и расхода РД, РР и температуры воды в системах отопления РТ-ДО, РТС-ДО, РТ ПС, обеспечивающих пропорциональное регулирование соответствующего параметра.

Наиболее совершенным из регуляторов прямого действия является регулятор типа MB-VEF BO1 немецкой фирмы “DUNGS”, позволяющий плавно регулировать давление газа перед горелкой котла в зависимости от давления воздуха за регулирующим органом дутьевого вентилятора топки при точном поддержании соотношения “воздух–газ” во всем диапазоне регулирования тепловой мощности.

Областью применения регуляторов прямого действия являются практически безинерционные системы регулирования. В инерционных системах, как правило, применяются регулятором непрямого действия.

Регуляторы непрямого действия по виду энергии, потребляемой от постороннего источника, разделяются на гидравлические, пневматические и электрические.

Наиболее широко применяют электрические (электромеханические и электронные) регуляторы.

Большим преимуществом этих регуляторов по сравнению с гидравлическими и пневматическими является возможность передачи командных импульсов регулятора к промежуточным устройствам и исполнительному механизму на практически неограниченные расстояния с минимальным запаздыванием передачи.

Конструкция и способы действия электрических регуляторов весьма разнообразны. Регуляторы в основном применяют с исполнительными механизмами постоянной скорости.

Наряду с перечисленными видами выпускаются также регуляторы, использующие одновременно электрическую энергию и сжатый воздух (электропневматические), электрическую энергию и рабочую жидкость (электрогидравлические).

По характеру регулирующего воздействия автоматические регуляторы подразделяются на:

1) автоматические регуляторы позиционные (двухпозиционные, трехпозиционные и т.д.), у которых величины воздействия на исполнительный механизм может иметь только определенное число значений, соответствующих числу областей (позиций) отклонения регулируемой величины от заданного значения, а его знак зависит от знака отклонения.

Позиционными автоматическими регуляторами оснащены системы регулирования температуры воды на выходе водогрейных котлов в блоках БУРС-1, КСУМ, КСАБ-1М, давления пара в паровых котлах - КСУБ-01 и аналогичных.

Автоматика позволяет горелке котла работать в двух режимах – “большое горение” и “малое горение”. Переход с “большого горения” на “малое” и обратно может происходить как практически мгновенно за счет переключения электромагнитных клапанов с различной пропускной способностью газа и одновременным изменением положения воздушной заслонки, так и плавно одновременным поворотом регулирующих органов подачи топлива и воздуха в горелку специальным исполнительным механизмом, имеющим два рабочих положения.

Позиционным является регулирование уровня воды в верхнем барабане некоторых типов паровых котлов (например, Е1/9), деаэраторов, накопительных баков.

Наладка позиционных регуляторов затруднений не вызывает, поскольку работа их не зависит от инерционных свойств регулируемого объекта, и сводится к правильному выставлению уставок на регулирующем приборе, соответствующих минимальному и максимальному значению регулируемого параметра.

В режиме позиционного регулирования могут использоваться электронные регуляторы Р25 и РС29, широко применяемые в системах КИП и А котельных.

Главным недостатком позиционного регулирования является работа системы в колебательном режиме, когда регулируемый параметр постоянно меняется в пределах от минимального до максимального рабочего значения и обратно.

2) автоматические регуляторы пропорциональные (статические, П-регуляторы), у которых каждому значению выходной величины соответствует свое значение входной величины. У этих регуляторов разность между максимальным и минимальным установившимися значениями выходной величины называется статической неравномерностью регулятора. Воздействие, осуществляемое на регулятор по выходной величине и обеспечивающее однозначную зависимость в установившихся процессах между отклонением регулируемой величины и перемещением исполнительного механизма, называется жесткой обратной связью.

Степень действия жесткой обратной связи определяется статической неравномерностью регулятора.

Примером пропорциональных автоматических регуляторов являются рассмотренные выше регуляторы прямого действия.

3) регуляторы интегральные (И-регуляторы), не имеющие устройства обратной связи и приводящие регулируемую величину к заданному значению независимо от величины нагрузки и положения регулирующего органа.

4) автоматические регуляторы изодромные или пропорционально-интегральные (ПИ-регуляторы) с устройствам упругой обратной связи, совмещающие свойства пропорционального и интегрального регуляторов и приводящие регулируемую величину к заданному значению независимо от величины нагрузки и положения регулируемого органа.

В режиме ПИ регулирования работают регуляторы Р25 и РС29, обеспечивая поддержание постоянства уровня воды и давления пара в верхнем барабане парового и температуры воды на выходе водогрейного котлов, разрежения в топке, а также необходимого давления воздуха перед горелкой. Эти же регуляторы обеспечивают постоянство уровня воды и давления пара в деаэраторах котельных.

5) автоматические регуляторы с предварением (Д-регуляторы) с устройством, вырабатывающим воздействие, пропорциональное скорости изменения регулируемой величины.

По виду регулируемой величины автоматические регуляторы подразделяются на регуляторы давления, разрежения, вакуума, уровня, влажности состава вещества и т.д.

Связь регулятора с объектом регулирования (ОР) предусматривает получение регулятором информации о ходе процесса в объекте и воздействие регулятора на объект в соответствии с заложенным в регулятор законом регулирования.

7.2. Подготовка регуляторов к наладке

При подготовке к работе по наладке регуляторов необходимо ознакомиться с проектной документацией и заводскими инструкциями на приборы и оборудование.

Наладку автоматических регуляторов проводят после наладки контрольно-измерительных приборов (КИП), автоматики безопасности котла и пуска его в работу.

Поэтому до наладки регуляторов необходимо выполнить указанные работы, а также работы по наладке дистанционного управления исполнительными механизмами. Одновременно с наладчиками-теплотехниками и заказчиком согласовывают основные, необходимые для наладки регуляторов показатели режимной карты котла и характеристики работы установленного оборудования при автоматическом управлении (регулирующие клапаны, шибера, исполнительные механизмы и др.). По результатам наблюдений и проверочных расчетов заказчику выдают рекомендации по устранению дефектов и переделке монтажа отдельного оборудования (сочленения исполнительного механизма с регулирующим органом, штоком регулирующего органа и т.д.),

Работы проводят в следующей последовательности:

- проверка исправности и соответствие проекту оборудования и монтажа;
- проверка работоспособности и функционирования отдельного оборудования, приборов, первичных измерительных преобразователей и схем;
- статическая настройка регулятора;
- динамическая настройка регулятора и испытание его под нагрузкой.

По мере проведения работ наладчики составляют и передают заказчику ведомость дефектов на обнаруженные неисправности, нарушающие работоспособность и функционирование оборудования, контролируют их устранение.

7.3. Проверка исправности и соответствия проекту оборудования и монтажа

Установленные приборы и оборудование должны соответствовать проекту, требованиям завода - изготовителя и СНиП.

Первичные измерительные преобразователи, коммутационную, защитную и релейную аппаратуру, а также кабельные связи регуляторов проверяют в том же объеме, что и автоматику безопасности.

У усилителей проверяют соответствие паспортных данных проекту, отсутствие внешних повреждений, надежность крепления, наличие и правильность обозначения проводов и выводов, наличие проектных перемычек и заземлений.

У исполнительных механизмов – соответствие их проекту, правильность и надежность монтажа, отсутствие заеданий и люфтов – в кинематике сочленений исполнительного механизма и регулирующего органа, наличие дополнительных монтажных отверстий на рычагах.

У регулирующих органов – соответствие их проекту и соответствие требованиям, предъявляемым к регулирующим органам, работающим в автоматической системе регулирования.

7.4. Проверка работоспособности приборов

7.4.1. Подготовка и проверка первичных приборов.

Датчиками регуляторов Р25.1 и РС29.1 могут служить дифференциально-трансформаторные датчики давления (перепада давления) типа ДТ2; первичные преобразователи давления типа ППД; дифманометры типа ДМ; датчики-преобразователи с аналоговыми выходами 0...5мА; 0...20мА постоянного тока.

Датчики типа ДТ2 проверяются на плотность сжатым воздухом давлением 0,7 кгс/см², подаваемым одновременно в обе камеры. Датчик считается плотным, если в течение 1 мин испытательное давление не изменяется

Датчики ДМ перед включением следует заполнить водой, для чего необходимо:

- закрыть уравнильный вентиль и открыть плюсовой и минусовый запорные вентили;
- заливать водой плюсовую камеру через продувочный вентиль до тех пор, пока из плюсовой линии не потечет вода без пузырьков воздуха, после чего закрыть штуцер;
- также заполнить минусовую камеру; закрыть минусовой запорный вентиль и, продолжая заливать воду через продувочный штуцер минусовой камеры, вытеснить воздух, находящийся около уравнильного вентиля, после чего закрыть продувочный штуцер.

Измерить сопротивление изоляции катушки датчика относительно корпуса мегаомметром на напряжение 500 В. Величина сопротивления должна быть не менее 10 МОм.

7.4.2. Проверка и настройка электрических исполнительных механизмов.

Проверка исполнительных механизмов (ИМ) производится на месте и включает:

- внешний осмотр;
- проверку наличия смазки;
- проверку легкости хода и правильности сочленения ИМ с регулирующим органом;
- регулировку конечных выключателей.

При внешнем осмотре необходимо убедиться:

- в отсутствии механических повреждений;
- плотности прилегания стыковых поверхностей редуктора и крышек подшипника;
- исправности конечных выключателей;
- отсутствии люфта выходного вала;

Проверить надежность закрепления ИМ и затяжку гаек, фиксирующих положение соединительных вилок.

Заполнить редуктор ИМ автолом марки 10 до уровня:

- 90-95 мм для редукторов РМ и РМБ;
- 120-125 мм для редуктора РБ.

Смена масла в корпусе редуктора производится не реже одного раза в год. Для смазки подшипников и шарнирных соединений применяется смазка УТВ (1-13). Смазку следует производить через каждые 3-4 месяца, а промывку обойм и самих подшипников не реже одного раза в год.

Для проверки легкости хода и правильности сочленения ИМ с регулирующим органом (РО) необходимо переместить РО из одного крайнего положения в другое (от упора до упора) вращением штурвала, предварительно оттянув его на себя и убедиться в том, что поворот рычага на выходном валу составляет ориентировочно 90°. В крайних положениях тупой угол между тягой сочленения и рычагом выходного вала не должен быть больше 160°, а острый меньше 30°.

Установить конечные выключатели в положения, ограничивающие поворот выходного рычага, когда до упора остается 1/4 -1/2 оборота штурвала с учетом выбега ИМ.

При настройке ИМ необходимо проверить:

- правильность электрических подключений регулятора с магнитным пускателем и с ИМ;
- правильность соединения обмоток электродвигателя (при трехфазном питании);
- правильность фазировки хода ИМ и срабатывания конечных выключателей на дистанционном и автоматическом управлениях;
- правильность фазировки выносного или встроенного указателя положения (УП) хода ИМ и регулировку шкалы УП;
- наличие питания электродвигателя и исправность автоматического или пакетного выключателя.

7.5. Стендовая проверка элементов систем и их настройка

7.5.1. Перед монтажом приборы и оборудование систем автоматического регулирования должны пройти стендовую проверку и при необходимости – настройку, в процессе которой определяются статические характеристики датчиков регулируемых параметров и ряд характеристик регулирующих приборов.

7.5.2. Определение статических характеристик датчиков регулируемых параметров.

1. Определение статических характеристик датчиков регулируемых параметров проводить в процессе выполнения лабораторных работ по наладке СИА.

2. Статическая характеристика датчика – зависимость выходного сигнала датчика от измеряемого параметра в установившемся режиме.

3. Крутизна статической характеристики датчика определяет номинальный статический коэффициент преобразования датчика

$$m_D = \frac{\Delta Y}{\Delta X},$$

где ΔY — диапазон изменения выходного сигнала, соответствующий диапазону изменения входного сигнала ΔX .

4. Для термоэлектрических преобразователей температуры (термопар) крутизна характеристики определяется для рабочего диапазона температуры по градуировочным характеристикам:

$$m_\theta = \frac{\Delta E}{\Delta \Theta}, \text{ мВ/}^\circ\text{С}$$

где ΔE – диапазон термоЭДС, соответствующий рабочему диапазону температуры $\Delta \Theta$.

5. Для термометров сопротивления крутизна характеристики определяется для рабочего диапазона температуры по градировочным характеристикам:

$$m_{\theta} = \frac{\Delta R}{\Delta \Theta}, \text{ Ом/}^{\circ}\text{C}$$

где ΔR – диапазон изменения сопротивления, соответствующий рабочему¹ диапазону температуры $\Delta \Theta$.

6. Для датчиков давления типа МЭД крутизна характеристики определяется экспериментально при лабораторной проверке в рабочем диапазоне давления:

$$m_p = \frac{\Delta U}{\Delta P}, \text{ мВ/(кгс/см}^2\text{)},$$

где ΔU – диапазон изменения напряжения переменного тока, соответствующий рабочему диапазону давления ΔP .

7. Для датчиков давления УК "САПФИР" с унифицированным токовым выходным сигналом 0...5 мА, крутизна характеристики определяется по диапазону измерения датчика и проверяется при лабораторных работах по наладке СИА:

$$m_p = 100/D, \% (\text{кгс/см}^2)$$

где $D = P_v - P_n$ – диапазон измерения датчика; P_v – верхний предел измерения;

P_n – нижний предел измерения.

8. Для датчиков массового расхода, состоящих из стандартного сужающего устройства и дифманометра типа ДМ, крутизна характеристики определяется в окрестности номинального значения расхода по паспортным данным сужающего устройства и крутизне

$$m_G = \frac{2m_p G_n \Delta P_n}{G_n^2}, \text{ мВ/(м}^3\text{/ч)}$$

характеристики дифманометра, которая определяется при лабораторной проверке:

где – крутизна характеристики дифманометра;

$$m_Q = \frac{2m_p Q_n \Delta P_n}{Q_n^2}, \text{ мВ/(м}^3\text{/ч)}$$

G_n — номинальный массовый расход; ΔP_n – перепад давления на дифманометре по паспорту сужающего устройства, соответствующий максимальному расходу G_n .

9. Для датчиков объемного расхода, состоящих из стандартного сужающего устройства и дифманометра типа ДМ, крутизна характеристики определяется в окрестности номинального значения расхода по паспортным данным сужающего устройства и крутизне характеристики дифманометра, которая определяется при лабораторной проверке:

где m_p — крутизна характеристики дифманометра;

Q_n — номинальный объемный расход;

ΔP_n — перепад давления на дифманометре по паспорту сужающего устройства, соответствующий максимальному расходу Q_n .

10. Для датчиков расхода, состоящих из сужающего устройства и дифманометра-расходомера УК "Сапфир" и блока извлечения квадратного корня типа БИК, крутизна характеристики определяется по максимальному расходу из паспорта на сужающее устройство:

$$m_G = 100 / G_{\max}, \% (m/ч)$$

или

$$m_Q = 100 / Q_{\max}, \% (m/ч)$$

где $G_{\max}$, $Q_{\max}$ — максимальные значения массового и объемного расходов по паспорту на сужающее устройство.

11. Результаты по определению статических характеристик датчиков регулируемых параметров оформить протоколом.

7.5.3. Стендовая проверка регулирующих приборов выполняется в объеме требований инструкций заводов-изготовителей и включает в себя:

- проверку общей работоспособности; определения зоны нечувствительности;
- измерение значений входного управляющего напряжения (тока, сопротивления, взаимной индуктивности);
- определение диапазона действия ;
- определение минимального значения коэффициента пропорциональности;
- определение максимального времени интегрирования;
- определение максимального времени ;
- проверку сопротивления изоляции электрических цепей регулятором.

Технология стендовой проверки регуляторов типа Р25 дается в разделе 9 "Технического описания и инструкции по эксплуатации гЕЗ.222.008ТО", для регуляторов РС29 в разделе 7 "Технического описания и инструкции по эксплуатации гЕЗ.222.008ТО".

7.5.4. Проверка сопротивления изоляции и входного сопротивления регулятора.

Не подключая прибор к схеме проверки, измерить мегаомметром при испытательном напряжении 500 В сопротивление между следующими цепями:

- клеммой "земля" и соединенными вместе клеммами питания прибора 1-2, выходов 7-8-9 для Р25 и 7-9-11 для РС29;
- соединенными вместе клеммами 1-2 и соединенными вместе клеммами 7-8-9 для Р25 и 7-9-11 для РС29.

Отсчет производить не реже чем через 1 минуту после приложения напряжения. Измеренная величина в каждом случае должна быть не менее 40 МОм.

7.6. Технология наладки систем автоматического регулирования

Наладку автоматических систем регулирования (АСР) проводить на работающем оборудовании после наладки систем дистанционного управления, блокировок и технологических зашит.

7.6.1. Этапы наладки АСР:

- определение расходных характеристик регулирующих органов;
- определение динамических характеристик объекта регулирования;
- расчет параметров настройки регуляторов;
- статистическая настройка регуляторов;
- динамическая настройка регуляторов;
- испытание АСР.

7.6.2. Определение расходных характеристик регулирующих органов

1. Определение расходных характеристик регулирующих органов (РО) проводить на работающем оборудовании при промышленных работах по наладке СИА.

2. Расходная характеристика РО – зависимость расхода среды от перемещения затвора при постоянном перепаде давления на РО.

3. Крутизну характеристики РО определяет номинальный статический коэффициент преобразования РО:

$$m_s = \frac{\Delta G}{\Delta S}, (m^3/ч), \%$$

или

$$m_s = \frac{\Delta Q}{\Delta S}, (m^3/ч), \%,$$

где ΔG , ΔQ – изменение массового или объемного расхода, соответствующее перемещению затвора на величину ΔS .

Перемещение затвора S выражают в % хода регулирующего органа, которые соответствуют % указателя положения РО (%УП).

4. На проведение работ по экспериментальному определению расходных характеристик РО разработать программу, которую утвердить у главных инженеров "ЗАКАЗЧИКА" и "ИСПОЛНИТЕЛЯ".

5. При проведении работ по определению расходных характеристик РО использовать штатные СИ-указатели положения РО и расходомеры

6. Каждое изменение режима работы оборудования и перемещения РО сопровождать выдержкой времени, необходимый для стабилизации параметров.

7. Для определения формы расходной характеристики РО фиксировать пять положений РО в рабочем диапазоне.

8. Определить расходные характеристики РО при прямом и обратном ходе.

9. Не допускать при проведении работ по определению расходных характеристик РО аварийного отклонения параметров и нарушения режима работы оборудования.

10. В протокол определения рабочей расходной характеристики записать положение затвора РО – S , % УП; расход среды при прямом ходе – $G'(Q')$; расход среды при обратном ходе – $G''(Q'')$,

где G – массовый расход среды, т/ч.

Q – объемный расход среды м³/ч.

11. По полученным результатам для каждой точки рассчитать относительную вариацию, которая определяет люфт РО

$$\Delta\mu = \frac{G' - G''}{G_{\max}} 100, \%$$

или

$$\Delta\mu = \frac{Q' - Q''}{Q_{\max}} 100, \%$$

где $G_{\max}$, $Q_{\max}$ – максимальный расход среды при $S=100\%$.

12. Если люфт РО превышает 3% то регулирующий орган отправить на ревизию, после которой повторить определение расходной характеристики.

13. По усредненным в каждой точке значениям расхода:

$$G = \frac{G' + G''}{2} \text{ или } Q = \frac{Q' + Q''}{2}$$

построить рабочую расходную характеристику РО:

$$G=f(S) \text{ или } Q=f(S)$$

14. По расходной характеристике для заданного режима работы оборудования определить крутизну характеристики, для чего по значению $(S_6 + 5)\%$ находят расход среды $G_1(Q_1)$. по $(S_6 - 5)\%$ находят расход среды $G_2(Q_2)$ и вычисляют крутизну характеристики РО как

$$m_s = \frac{G_1 - G_2}{10}, (m/ч)/\% \text{УП}$$

или

$$m_v = \frac{Q_1 - Q_2}{10}, (m^3/ч)/\% \text{УП},$$

где S_6 – значение положения затвора РО (УП) для базового режима работы оборудования.

15. При работе оборудования в широком диапазоне нагрузок протоколы по определению расходной характеристики РО составить для максимальной и минимальной нагрузок.

16. Для двухскоростных дымососов и дутьевых вентиляторов в одном протоколе приводятся данные по определению расходных характеристик направляющих аппаратов при работе на первый и второй скоростях

17. Результаты по определению расходных характеристик оформляются протоколом.

7.6.3. Определение динамических характеристик объекта регулирования.

1. Определение динамических характеристик объекта регулирования проводить на работающем оборудовании при этом все защиты и блокировки должны быть включены и обеспечена безопасность проведения экспериментов.

2. Динамические характеристики объектов регулирования представляют в виде передаточных функций, которые получают путем аппроксимации кривых разгона (временных характеристик при однократном ступенчатом возмущении). Передаточные функции объектов регулирования используют для расчета параметров настройки регуляторов.

3. На проведение работ по экспериментальному определению динамических характеристик объектов регулирования разработать программу и утвердить ее у главных инженеров "ЗАКАЗЧИКА" и "ИСПОЛНИТЕЛЯ".

4. При проведении работ по определению динамических характеристик объектов регулирования использовать штатные СИ – регистрирующие приборы и специальные регистрирующие установки (КСП4 с приставками ПРТ).

5. Возмущение – испытательный сигнал, вносится путем перемещения регулирующего органа с помощью исполнительного механизма.

6. Величина перемещения РО должна составлять 10-15% УП. Время действия испытательного сигнала на объектах с самовыравниванием должно быть больше времени установления нового значения регулируемой величины, а на объектах без самовыравнивания должно быть больше времени установления постоянной скорости изменения параметра. На объектах без самовыравнивания время действия испытательного сигнала должно быть меньше времени достижения регулируемым параметром предельно допустимых значений (первый предел технологических защит).

7. Во время действия испытательного сигнала регулируемый параметр регистрируется самопишущим прибором при максимальной скорости движения диаграммы.

8. В процессе эксперимента оценить плавность кривой разгона (уровень помех на ней). Если уровень помех незначительный, то для обработки снять не менее четырех кривых разгона, в противном случае их количество довести до десяти.

9. Диаграммные ленты с записью кривых разгона приложить к протоколу наладки автоматической системы регулирования.

10. Обработку экспериментальных кривых разгона (Рис. 1) провести в следующей последовательности: центрирование, сглаживание, нормирование, усреднение, аппроксимация. Результаты обработки – параметры динамических характеристик занести в протокол наладки автоматической системы регулирования.

10.1. Центрирование кривых разгона – смещение кривой разгона на величину начального значения регулируемого параметра (Рис. 2.а)

$$z_i(t) = y_i(t) - y_{oi},$$

где $y_i(t)$ – значения регулируемого параметра для i -й кривой разгона;

y_{oi} – начальное значение регулируемого параметра для i -й кривой разгона;

$z_i(t)$ – центрированные значения регулируемого параметра для i -й кривой разгона;

i – номер кривой разгона.

10.2. Сглаживание центрированных кривых разгона при небольшом уровне помех осуществляется путем проведения плавной кривой вблизи экспериментальных точек (рис. 2,б); при большом уровне помех сглаживание проводят методом скользящего усреднения.

10.3. Нормирование проводится путем деления ординат точек сглаженной кривой разгона на величину перемещения РО

$$h_i(t) = \frac{z_i(t)}{\Delta S},$$

где $h_i(t)$ – нормированные значения кривой разгона; ΔS – перемещение РО (возмущение).

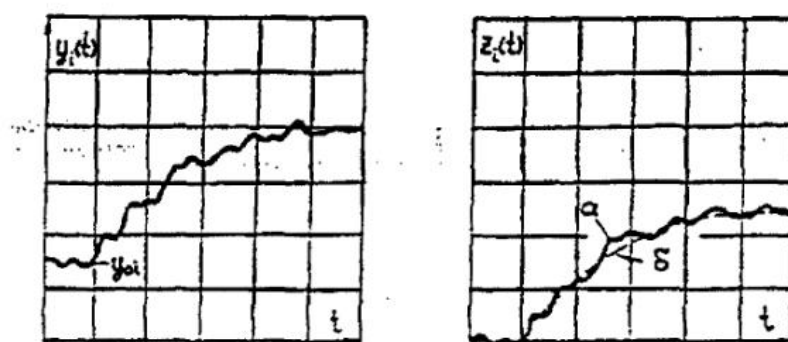


Рис.1. Экспериментальная кривая разгона Рис.2.

- а)Центрированная кривая разгона
- б) Сглаженная кривая разгона

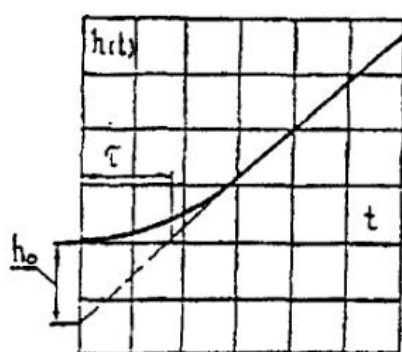


Рис.3. Переходная характеристика объекта без самовыравнивания

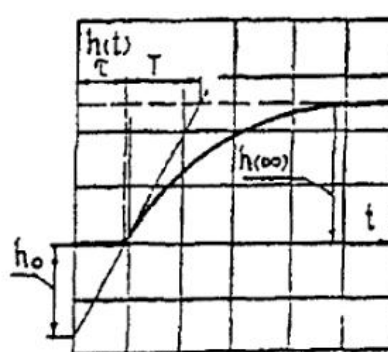


Рис.4. Переходная характеристика объекта с самовыравниванием

10.4. Усреднение нормированных кривых разгона на временных интервалах проводится по формуле

$$h(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i(t)$$

где N – количество кривых разгона.

10.5. Аппроксимация усредненных кривых разгона переходными характеристиками типовых линейных звеньев зависит от свойств самовыравнивания объектов регулирования. Цель аппроксимации – определение параметров динамических характеристик объектов регулирования. Переходная характеристика (усредненная нормированная кривая разгона) для объектов без самовыравнивания показана на Рис.3, для объектов с самовыравниванием – на Рис.4.

Для объектов без самовыравнивания по переходной характеристике определить следующие параметры:

$\varepsilon = h_0/\tau$ – скорость изменения регулируемого параметра (РП) при единичном ступенчатом возмущении РО, единица РП/(% УП*с);

τ – время чистого запаздывания, с.

Для объектов с самовыравниванием по переходной характеристике определить следующие параметры:

$k = h(\infty)$ – коэффициент передачи объекта регулирования при единичном ступенчатом возмущении РО, единица РП/% УП;

$T = \frac{\tau}{h} h(\infty)$ – постоянная времени объекта регулирования, с;

τ – время чистого запаздывания, с.

11. В параметры объектов регулирования входят параметры соответствующих регулирующих органов:

$$\varepsilon = m_s \varepsilon_0.$$

$$k = m_s k_0,$$

где m_s – крутизна характеристики РО, единица расхода/% УП;

ε_0 – скорость изменения регулируемого параметра при единичном ступенчатом возмущении расходом среды, единица РП/(единица расхода*с);

k_0 – коэффициент передачи технологического участка при единичном ступенчатом возмущении расходом среды.

единица РП/единица расхода.

12. Передаточная функция для объекта без самовыравнивания:

$$W(p) = \frac{k}{Tp+1} e^{-nr}.$$

13. Примеры объектов регулирования.

13.1. Топливоподающие устройства.

Регулируемый параметр – расход топлива. Возмущение – изменение положения затвора регулирующего органа (дроссельный клапан или заслонка). Объект с самовыравниванием, малоинерционный.

13.2. Водопитательный тракт.

а) Регулируемый параметр – расход питательной воды. Возмущение – изменение положения регулирующего питательного клапана. Объект с самовыравниванием, малоинерционный.

б) Регулируемый параметр – уровень воды. Возмущение – изменение положения регулирующего питательного клапана. Объект без самовыравнивания.

13.3. Воздушный тракт.

а) Регулируемый параметр – разрежение в топке. Возмущение – изменение положения направляющего аппарата дымососа. Объект с самовыравниванием, малоинерционный.

б) Регулируемый параметр – содержание O_2 (коэффициент избытка воздуха). Возмущение – изменение положения направляющего аппарата дутьевого вентилятора. Объект с самовыравниванием, малоинерционный.

7.6.4. Расчет параметров настройки регуляторов.

1. Цель расчета – определение приближенных значений параметров настройки релейно-импульсных ПИ-регуляторов.

Статические параметры настройки:

- чувствительность по регулируемому параметру (коэффициент масштабирования) – $\alpha_{рп}$;
- нечувствительность по регулируемому параметру (зона нечувствительности) – Δ , %.

Динамические параметры настройки:

- коэффициент пропорциональности – α_n , с/% (скорость связи – $V_{св}$, %/с);
- время изодрома – $\tau_{из}$, с;
- время демпфирования (фильтра) – $\tau_{ф}$, с;
- время импульса – $\tau_{им}$, с.

Для задатчика необходимо определить цену деления – $C_{зд}$, единица РП.

2. Результаты расчета привести в техническом отчете.

3. Расчет статических параметров настройки регуляторов.

При подключении регулируемого параметра на масштабируемый вход чувствительность определяется величиной коэффициента масштабирования и изменяется в пределах $\alpha_{рп} = 0 \dots 1$.

Чувствительность по регулируемому параметру и зона нечувствительности связаны соотношением:

где $\Delta_{\text{рп}}$ – зона нечувствительности в единицах регуливаемого параметра;

$m_{\text{рп}}$ – крутизна характеристики датчика регуливаемого параметра, %/единица РП;

$\alpha_{\text{рп}}$ – чувствительность по регулируемому параметру.

Зона нечувствительности по регулируемому параметру $\Delta_{\text{рп}}$ определяется технологическими требованиями к статической точности поддержания регуливаемого параметра и выбирается в пределах 1...2% номинального значения регуливаемого параметра. При больших пульсациях параметра (разрежение в топке, давление воздуха) возникает необходимость увеличения зоны нечувствительности до 3...5% номинального значения регуливаемого параметра.

Значение $m_{\text{рп}}$ определяется в процессе лабораторных работ.

Принять максимальную чувствительность, т.е. $\alpha_{\text{рп}}=1$, и вычислить значение Δ . Если расчетное значение зоны нечувствительности больше максимально возможного значения для данного типа регулятора $\Delta > \Delta_{\text{max}}$, то величину чувствительности $\alpha_{\text{рп}}$ уменьшить. При подключении регуливаемого параметра на не масштабируемый вход чувствительность $\alpha_{\text{рп}}=1$.

Максимальная величина зоны нечувствительности некоторых ПИ–регуляторов:

для регулятора РС29 (Контур 2) 4%;

для регулятора РП4 (АКЭСП2) 2%;

для регулятора Р27 (Каскад 2) 2%.

4. Определение цены деления задатчика.

В общем случае регуляторы имеют два задатчика – оперативный (внешний) и неоперативный (внутренний). Задатчик характеризуется диапазоном действия – $\Delta X_{\text{ЗД}}(\%)$ и количеством делений – $N_{\text{ЗД}}$.

Диапазон действия задатчика в единицах регуливаемого параметра:

$$\Delta_{\text{ЗД}} = \frac{\Delta X_{\text{ЗД}} \alpha_{\text{ЗД}}}{m_{\text{рп}} \alpha_{\text{рп}}}, \text{ единица РП,}$$

где $\alpha_{\text{ЗД}}$ – коэффициент масштабирования диапазона действия задатчика;

$m_{\text{рп}}$ – крутизна характеристики датчика регуливаемого параметра, %/единица РП;

$\alpha_{\text{рп}}$ – чувствительность по регулируемому параметру.

Цена деления задатчика

$$C_{\text{ЗД}} = \Delta_{\text{ЗД}} / N_{\text{ЗД}}, \text{ единица РП.}$$

При подключении двух задатчиков к регулятору внутренний выполняет роль корректора диапазона и имеет диапазон действия 100%, внешний – роль точного задатчика и имеет диапазон действия $\pm 5\%$ (10% задатчик). В этом случае цена деления для корректора ($N_{\text{ЗД}} = 100$ дел).

$$C_{\text{кор}} = \frac{\alpha_{3D}}{m_{\text{рп}} \alpha_{\text{рп}}}, \text{ единица РП,}$$

$$C_{3D} = \frac{0,1}{m_{\text{рп}} \alpha_{\text{рп}}}, \text{ единица РП,}$$

для оперативного задатчика ($N_{3D} = 100$ дел).

Цену деления задатчика внести в протокол наладки автоматической системы регулирования.

5. Расчет динамических параметров настройки необходимо проводить в последовательности:

- по параметрам динамических характеристик объекта регулирования рассчитать параметры ПИ – закона регулирования;

- по параметрам ПИ – закона регулирования рассчитать параметры настройки ПИ–регулятора.

5.1. Определение k_n :

Уравнение ПИ – закона регулирования имеет вид:

$$\mu = k_n \varepsilon + \frac{1}{T_n} \int \varepsilon dt,$$

где μ – управляющее воздействие,

ε – сигнал рассогласования,

k_n – коэффициент пропорциональности ПИ – закона регулирования,

T_n – время интегрирования.

Величины k_n и T_n определяют по эмпирическим формулам в зависимости от свойств объекта регулирования и параметров его динамической характеристики. Для объектов без самовывравнивания:

$$k_n = 0,55/\varepsilon\tau, \quad T_n = 5\tau.$$

Для объектов с самовывравниванием:

$$\text{при } 0,1 < \tau/T < 0,2 \quad k_n = \frac{1}{1,1K} \frac{T}{\tau} \quad T_n = 3,3\tau;$$

$$\text{при } 0,2 < \tau/T < 1,5 \quad k_n = 0,38 \frac{1}{K} \frac{\frac{T}{\tau} + 0,6}{\frac{\tau}{T} - 0,08} \quad T_n = 0,8T;$$

$$\text{при } \tau/T > 1,5 \quad k_n = 0,5K \quad T_n = 0,6\tau.$$

5.2. Определение α_n и τ_n .

Уравнение релейно-импульсного ПИ-регулятора совместно с исполнительным механизмом постоянной скорости перемещения РО:

$$S = \frac{100\alpha_n}{T_n} \left(\varepsilon + \frac{1}{\tau} \int \varepsilon dt \right)$$

где S – перемещение затвора регулирующего органа, % УП;

α_n – коэффициент пропорциональности ПИ-регулятора, с/%;

100 – полный ход исполнительного механизма, %;

T_n – время полного хода исполнительного механизма, с;

τ_n – время изодрома, с.

Величина α_n и τ_n определяют по найденным значениям K_n и T_n . Время полного перемещения исполнительного механизма T_n определяют на этапе опробования средств регулирования.

Коэффициент пропорциональности на релейно-импульсном ПИ-регуляторе устанавливают равным

$$\alpha_n = \frac{k_n T_n}{100}, \text{ с/\%}.$$

Время изодрома, на релейно-импульсном ПИ-регуляторе (или ближайшее к нему при дискретной установке времени изодрома) устанавливают равным

$$\tau_n = k_n T_n, \text{ с}.$$

5.3. Время демпфирования τ_d и время импульса t_u не рассчитывают и определяют в процессе испытания автоматических систем регулирования.

6. Формулы, по которым рассчитывают параметры настройки ПИ-регулятора, составлены для переходных процессов со степенью затухания 0,75 при ступенчатом возмущении регулирующим органом.

7.6.5. Статическая настройка регуляторов.

1. Настройка зоны нечувствительности.

1 этап. Ключ режима управления установить в положение "РУЧ".

2 этап. Установить на регуляторе органы настройки в следующие положения:

- зона нечувствительности Δ – расчетная;
- время импульса t_n – максимальное;
- коэффициент пропорциональности α_n – максимальный;
- время изодрома τ_n – максимальное;

- время демпфирования τ_{ϕ} – минимальное;
- чувствительность по регулируемому параметру $\alpha_{rp} \rightarrow 0,0$;
- внутренний задатчик—0,0.

3 этап. Нанести возмущение задатчиком не более 5%.

4 этап. Если в регуляторе возникнет режим автоколебаний (поочередное включение индикаторов "БОЛЬШЕ", "МЕНЬШЕ" на регуляторе), то уменьшить время импульса до середины диапазона. Если при этом автоколебания подавить не удастся, увеличивать зоны нечувствительности.

5 этап. Если в процессе настройки величина зоны нечувствительности получилась отличной от расчетной, произвести перерасчет чувствительности по регулируемому параметру α_{rp} . Если при этом $\alpha_{rp} > 1$, то необходимо ставить вопрос о замене датчика регулируемого параметра на датчик с большей крутизной характеристики.

2. Балансировка регулятора.

1 этап. Ключ режима управления установить в положение "РУЧ".

2 этап. Установить на регуляторе органы настройки в следующие положения:

- коэффициент пропорциональности α_n – максимальный;
- время изодрома τ_n – минимальное;
- время демпфирования τ_{ϕ} – максимальное,

чувствительность по регулируемому параметру α_{rp} – расчетная.

3 этап. Внутренним задатчиком или корректором добиться баланса регулятора — грубо по потуханию индикаторов "БОЛЬШЕ", "МЕНЬШЕ" и точно при измерении сигнала рассогласования вольтметром постоянного тока на пределе 1В.

4 этап. Уменьшить время демпфирования до минимума и проверить частоту включения индикаторов "БОЛЬШЕ", "МЕНЬШЕ". Если регулятор часто срабатывает в разные стороны, то это указывает на наличие пульсаций (измерительных помех). Увеличивая время демпфирования, добиться прекращения срабатывания регулятора.

7.6.6. Динамическая настройка регуляторов.

1. Метод отработки возмущения за одно включение. Метод применяется при наладке автоматических систем регулирования с малоинерционными объектами с самовыравниванием.

1 этап. Установить на регуляторе органы настройки в следующие положение:

- коэффициент пропорциональности α_n – расчетный;
- время изодрома τ_n – расчетное.

2 этап. Проверить цену деления задатчика. Для этого ключ режима управления перевести в положение "АВТ", нанести небольшое возмущение задатчиком (внешним 10% задатчиком до 20 делений; внутренним 100% до 5 делений) и наблюдать за изменением регулируемого параметра. Параметр должен установиться на величину количества делений умноженной на цену деления задатчика.

3 этап. Стабилизируют процесс. Ключ режима управления перевести в положение "АВТ" и нанести задатчиком возмущение, допустимое по условиям технологии. После первого включения регулятора ключ поставить в положение "РУЧ" и наблюдать за изменением регулируемого параметра. Если параметр, установленный регулятором за одно включение, меньше заданного, то коэффициент пропорциональности увеличить, в противном случае – уменьшить. Изменяя α_n , добиться точной отработки возмущения за одно включение.

4 этап. Повторяют 3 этап, но после первого включения регулятора ключ режима управления оставить в положении "АВТ" и наблюдать за направлением дальнейших срабатываний регулятора. Если регулятор продолжает включаться в ту же сторону, необходимо увеличить время изодрома, если в противоположную – уменьшить. Корректировку τ_n продолжать до тех пор, пока последующих включений не будет.

2. Метод пошаговой оптимизации с оценкой качества переходного процесса на каждом шаге.

1 этап. Установить завышенное время изодрома и изменением коэффициента пропорциональности добиться переходного процесса с колебательной составляющей.

2 этап. При постоянном коэффициенте пропорциональности (α_n) уменьшением времени изодрома добиться исчезновения апериодической составляющей в переходном процессе.

3 этап. При постоянном значении времени изодрома путем уменьшения коэффициента пропорциональности добиться переходного процесса с заданной степенью затухания.

7.6.7. По результатам статической и динамической настройки составить протокол наладки автоматической системы регулирования и карту параметров настроек функциональных и регулирующих приборов.

7.6.8. Испытание автоматических систем регулирования.

Испытанием автоматических систем регулирования завершаются наладочные работы. Во время испытаний оценивается качество работы регуляторов и проводится при необходимости корректировка настройки регуляторов.

Одноконтурные автоматические системы регулирования испытывают при типовых возмущениях (внутренних - регулирующих органом и внешних – задатчиком) с визуальной оценкой качества переходных процессов по щитовым приборам.

Двухконтурные автоматические системы регулирования испытывают с автоматической регистрацией основных параметров по специальной программе,

В программе должны быть определены: цель испытаний, условия проведения испытаний, порядок проведения испытаний и указаны ответственные лица.

Условия проведения испытаний:

- на агрегате включают устройства защиты и блокировок;
- агрегат выводят в режим, рассчитанный на работу регулятора;
- при работе на агрегате нескольких регуляторов, в первую очередь испытывают регуляторы, которые устраняют возмущения, идущие от других регуляторов;
- наносимые возмущения должны находиться в диапазоне регулирования.

По результатам испытаний АСР оформить акт приемо-сдаточных испытаний автоматических систем регулирования и записать параметры в соответствующую карту.

8. СДАЧА СРЕДСТВ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ (КИП и А) В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

8.1. Системы автоматического регулирования и безопасности (КИП и А) после окончания пусконаладочных работ подвергаются 72-часовому испытанию и сдаются заказчику в эксплуатацию с оформлением соответствующей документации, включающей протоколы испытаний, паспорта и инструкции на приборы, исполнительные схемы и чертежи с изменениями, внесенными в процессе монтажа и наладки.

8.2. Отчетная документация состоит из приемо-сдаточной документации и технического отчета оформленного в соответствии с ОРД 1-87.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ОТЧЕТА

9.1. Настоящие методические указания являются руководством для составления технических отчетов при выполнении работ по наладке и испытанию систем автоматического регулирования (САР) различными технологическими установками (процессами) с использованием регулирующих приборов, выпускаемых отечественной промышленностью.

9.2. Технический отчет, оформленный в надлежащем порядке, является специальным документом, представляемым инспекции Госнадзора для проверки качества наладочных работ и получения в установленном порядке потребителем газа и местной газоснабжающей организацией разрешения органов Госнадзора на промышленное потребление газа и эксплуатацию оборудования.

В дальнейшем отчет передается заказчику.

9.3. В техническом отчете обобщается весь комплекс работ по наладке средств автоматического регулирования и безопасности газоиспользующего оборудования согласно методических указаний по наладке САР.

9.4. Содержание технического отчета определяется требованиями органов Госнадзора к проведению наладочных работ на оборудовании, характером и объемом проведенных работ, в зависимости от этого отдельные разделы и табличные материалы могут быть сокращены или получить большее развитие.

9.5. Технический отчет включает в себя:

- титульный лист;
- аннотацию;
- введение;
- содержание;
- характеристику оборудования и средств автоматизации;
- программу и условия проведения работ;
- проверку и наладку средств автоматизации,
- результаты работы и испытаний;
- выводы и предложения;
- приложения.

10. АННОТАЦИЯ

В аннотации должны быть отражены: краткое содержание результатов проведенных работ, рекомендованные и внедренные технические решения и ожидаемый экономический эффект.

11. ВВЕДЕНИЕ

Во введении указываются основания для проведения работ (номер, дата договора, разрешения на проведение наладочных работ), сроки выполнения, перечень лиц проводивших работу, с указанием должностей, наименование проектной организации и время осуществления монтажа и наладки.

12. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

В этом разделе приводятся:

- типы, марки, количество настраиваемого оборудования (основного, утилизационного и вспомогательного), систем автоматического регулирования и безопасности;
- краткая техническая характеристика оборудования;
- тип регуляторов, датчиков и исполнительных механизмов.

13. ПРОГРАММА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ

В этом разделе кратко описывается утвержденная программа, условия проведения работ и перечень использованных приборов и приспособлений.

14. СХЕМЫ САР

В этом разделе необходимо описать предусмотренные проектом схемы автоматизации и дать краткое описание каждой схемы, указав тип датчика и место отбора импульса, тип регулирующего органа и место его установки, формируемый закон регулирования.

15. ПРОВЕРКА И НАЛАДКА СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ

В этом разделе необходимо привести:

- объем проверки с указанием оформленных протоколов и графиков;
- ссылку на методику наладки.

16. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИСПЫТАНИЙ

В этом разделе излагаются:

- результаты окончательной обработки материалов и анализ полученных данных (статическая ошибка, динамическая точность, время регулирования и степень затухания);
- акты о наладке и включении в работу автоматики регулирования и безопасности топливопотребляющего, утилизационного и вспомогательного оборудования котельной;
- акт об окончании наладочных работ.

Результаты должны быть систематизированы в виде таблиц, графиков, режимных, контрольных или технологических карт.

17. ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В этом разделе должны быть приведены принятые технологические решения, выводы и предложения по повышению эффективности, надежности и экономичности работы оборудования, полученные на основании анализа результатов испытаний и наладки систем.

18. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения должны включать:

- протокол измерения сопротивления изоляции электропроводок (для вновь вводимого оборудования);
- протокол стендовой проверки приборов средств автоматизации;
- акт окончания работ по монтажу (для вновь вводимого оборудования);
- ведомость смонтированных приборов и средств автоматизации (для вновь вводимого оборудования);
- акт на приемку оборудования в наладку;
- ведомость дефектов и недоделок;
- календарный график производства пуско-наладочных работ; карту параметров настройки автоматики безопасности:
- акт испытания сигнализации и автоматики безопасности;
- акт 72-часового комплексного опробования автоматики безопасности;
- режимную карту;
- рекомендации по составлению производственных инструкций по эксплуатации автоматики безопасности и систем автоматического регулирования.

ПРИМЕЧАНИЕ. Акты и протоколы составляются по форме, приведенной в приложении.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Образцы актов и протоколов.

ПРОТОКОЛ
измерения сопротивления изоляции электропроводок,
приборов автоматизации и электрооборудования

" ____ " _____ 200__ г.

Объект _____

Наименование _____

Заказчика _____

Проект _____

Данные контрольных приборов

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование приборов</i>	<i>Тип</i>	<i>№ прибора</i>	<i>Класс точности</i>	<i>Шкала</i>	<i>Примечание</i>

Данные испытаний

<i>№ n/n</i>	<i>Маркировка провода по чертежу</i>	<i>Марка провода</i>	<i>Кол-во жил и сечений</i>	<i>Сопротивление изоляции, МОм</i>		<i>Примечание</i>
				<i>между проводами</i>	<i>относи- тельно земли</i>	

Закключение: Сопротивление изоляции перечисленных электропроводок соответствует техническим требованиям.

Представитель Заказчика:

Представитель Подрядчика:

" ____ " _____ 200__ г.

" ____ " _____ 200__ г.

ПРОТОКОЛ
стендовой поверки приборов средств автоматизации

г. _____

" ____ " _____ 200__ г.

Объект _____

Наименование _____

Заказчика _____

Проект _____

Наименование поверяемого прибора или средства автоматизации _____

Техническая характеристика:

Тип _____

Завод-изготовитель _____

Заводской номер _____

Результаты стендовой поверки

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование операции поверки</i>	<i>Результат</i>	<i>Примечание</i>

Поверка производилась _____
(наименование контрольного прибора, тех. характеристика)

Заключение по результатам стендовой поверки:

Обнаружены

дефекты _____

Заключение о пригодности к монтажу

Поверку производил _____

Представитель Заказчика: _____

Представитель Подрядчика: _____

АКТ

окончания работ по монтажу приборов и средств автоматизации

_____ 200__ г.
(населенный пункт)

Наименование предприятия (завода) _____

Цех (объект) _____

Мы, нижеподписавшиеся, от Заказчика _____

должность, ф. и. о.

от монтажной организации _____

должность, ф. и. о.

произвели осмотр и проверку работы, выполненной _____

К сдаче предъявлены приборы и средства автоматизации, указанные в ведомости смонтированных приборов и средств автоматизации.

Работа выполнена по проекту № _____

наименование проекта

Разработанному _____

наименование проектной организации

Монтажные работы начаты _____ и окончены _____

Произведен внешний осмотр смонтированных приборов и средств автоматизации, а также щитов, пультов в комплексе с трубными проводками, электропроводками и вспомогательной аппаратурой, произведена проверка результатов индивидуального опробования систем. При этом установлено

Заключение:

Монтажные работы выполнены с оценкой _____

Смонтированные приборы, средства автоматизации и вспомогательная аппаратура, перечисленные в ведомости смонтированных приборов и средств автоматизации, прилагаемой к настоящему акту, считаются готовыми к комплексному опробованию с

“ ” _____ 200__ г.

Перечень прилагаемой к акту документации:

1. _____

2. _____

3. _____

Представитель Заказчика:

“ ” _____ 200__ г.

Представитель Подрядчика:

“ ” _____ 200__ г.

Предприятие _____

Объект _____

" ____ " _____ 200 ____ г.

ВЕДОМОСТЬ
смонтированных приборов и средств автоматизации

(наименование проекта, №, дата)

(наименование объекта)

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование по спецификации проекта</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип</i>	<i>Заводской №</i>	<i>Примечание</i>

Сдал: _____
 (должность)

_____ (подпись)

_____ (расшифровка подписи)

Принял: _____
 (должность)

_____ (подпись)

_____ (расшифровка подписи)

44
АКТ
на приемку оборудования в наладку

“ ” 200 г.

Населенный пункт _____
Предприятие _____
Цех (объект) _____

Мы, нижеподписавшиеся: представитель Заказчика _____, с одной стороны, и _____, с другой стороны, составили настоящий акт в том, что первый сдал, а второй принял в наладку следующее оборудование: _____

Характеристика оборудования

Наименование _____

Тип и марка _____

Завод-изготовитель _____

Заводской № _____ ст. _____ № _____

Дата изготовления _____

Дата монтажа оборудования (наименование монтажной организации) _____

При приеме оборудования в наладку установлено:

1. Оборудование соответствует /не соответствует/ проекту № _____ дата _____ г.
Наименование проектной организации _____

2. Оборудование смонтировано полностью и передано комплектно /не комплектно/ (указать состав комплекта и технической документации, по которой произведена приемка, и указать в чем некомплектность) _____

3. Дефекты при наружном осмотре оборудования обнаружены /не обнаружены/ (если обнаружены, то подробно перечислить все обнаруженные дефекты) _____

4. Заключение о пригодности оборудования к производству наладочных работ _____

(При наличии дефектов или некомплектности оборудования подробно указать какие работы необходимо произвести до начала наладочных работ, кто их выполняет и сроки, все эти данные отражаются в ведомости дефектов и согласовываются с представителем Заказчика).

Примечание: _____

Сдал: _____
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

Принял: _____
(должность) (подпись) (расшифровка подписи)

ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ И НЕДОДЕЛОК

<i>№ n/n</i>	<i>Наименование оборудования, сооружения, систем, агрегата, линии</i>	<i>Вид дефектов и недоделок</i>	<i>Причина дефекта</i>

Представитель Заказчика:

“ ” 200 г.

Представитель Подрядчика:

“ ” 200 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА ПУСКО-НАЛАДОЧНЫХ РАБОТ

№ п/п	Наименование оборудование	Тип, марка	Кол-во единиц	Срок выполнения пуско-наладочных работ		
				сдача под наладку	начало работ	окончание работ

Заказчик: _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

Подрядчик: _____ (должность) _____ (подпись) _____ (расшифровка подписи)

КАРТА
параметров настройки автоматики безопасности парового котла
 тип _____ рег. № _____
 на _____

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Предельно- допустимое значение параметра	Примечание
1	Верхний уровень воды в барабане			
2	Нижний уровень воды в барабане			
3	Повышение давления воды на выходе из котла			
4	Понижение давления воды на выходе из котла			
5	Повышение давления пара в барабане котла при работе котельной без постоянного обслуживающего персонала			
6	Повышение температуры воды на выходе из котла			
7	Уменьшение расхода воды через котел			
8	Снижение разряжения в топке котла			
9	Отключение дымососа			
10	Повышение давления топлива перед горелками			
11	Понижение давления топлива перед горелками			
12	Понижение давления воздуха перед горелками с принудительной подачей воздуха			
13	Отключение дутьевого вентилятора			
14	Давление пара перед горелкой			
15	Погасание контролируемого пламени горелок, отключение которых не допускается			
16	Неисправности цепей защиты			
17	Отключение электроэнергии			

Составил _____

_____ (наименование предприятия, должность, Ф.И.О.)

“ ____ ” _____ 200 ____ г.

_____ (подпись)

УТВЕРЖДАЮ:

 _____ / _____ /
 “ ____ ” _____ 200 ____ г.

АКТ
испытания предупредительной сигнализации и автоматики безопасности

“ ____ ” _____ 200 ____ г.

 (населенный пункт)

Мы, нижеподписавшиеся, представители Заказчика _____

_____ (наименование предприятия)

в лице _____

_____ (должность, Ф.И.О.)

Представитель Подрядчика _____

_____ (наименование предприятия)

в лице _____

_____ (должность, Ф.И.О.)

составили настоящий акт о том, что произведены испытания предупредительной
 сигнализации и автоматики безопасности _____

_____ (наименование агрегата, тип)

вид топлива _____

При этом установлено:

1. Оборудование автоматики безопасности, световой и звуковой сигнализации и приборов технологического контроля (ненужное зачеркнуть):
 - соответствует, не соответствует проекту;
 - соответствует, не соответствует требованиям СНиП;
 - соответствует, не соответствует требованиям “Правил устройства и безопасной эксплуатации котлов”;
 - соответствует, не соответствует требованиям “Правил безопасности в газовом хозяйстве”.

2. Результат настройки датчиков автоматики безопасности:

№ n/n	Наименование параметра	Тип датчика	Единица измерения	Значение параметра		Время срабатывания защиты	Срок поверки
				задан.	срабат.		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Верхний уровень воды в барабане						
2	Нижний уровень воды в барабане						
3	Повышение давления воды на выходе из котла						
4	Понижение давления воды на выходе из котла						
5	Повышение давления пара в барабане котла при работе котельной без постоянного обслуживающего персонала						
6	Повышение температуры воды на выходе из котла						
7	Уменьшение расхода воды через котел						
8	Снижение разряжения в топке котла						
9	Отключение дымососа						
10	Повышение давления топлива перед горелками						
11	Понижение давления топлива перед горелками						
12	Понижение давления воздуха перед горелками с принудительной подачей воздуха						
13	Отключение дутьевого вентилятора						
14	Давление пара перед горелкой						
15	Погасание контролируемого пламени горелок, отключение которых не допускается						
16	Неисправности цепей защиты						
17	Отключение электроэнергии						

3. Заключение _____

4.Замечания и рекомендации

Подписи сторон

Заказчик:

(подпись, Ф.И.О.)

М.П.

Подрядчик:

(подпись, Ф.И.О.)

М.П.

УТВЕРЖДАЮ:

 _____ / _____
 “ ” _____ 200 ____ г.

АКТ
72-часового комплексного опробования и автоматики _____ котлов.

 (населенный пункт)

Предприятие _____

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

представитель Заказчика _____,

представитель Подрядчика _____ составили настоящий

акт в том, что согласно договору № _____ от “ ” _____ 200 ____ г. были выполнены

наладочные работы по автоматике _____ на котлах № _____.

котлоагрегаты со всем вспомогательным оборудованием и автоматикой _____

включены для комплексного опробования в _____ часов _____ 200 ____ г. и

проработали до _____ часов _____ 200 ____ г.

Вышеуказанное оборудование и автоматика _____

прошли 72-х часовое комплексное опробование, работали устойчиво и к эксплуатации пригодны.

На выполненные работы Заказчику передана следующая документация:

№ п/п	Наименование технической документации	Кол-во листов	№ формы	Примечание
1	2	3	4	5

Переданная техническая документация соответствует объему выполненных работ.

Наладочные работы приняты с оценкой “ ”.

Сдал: _____
 (должность, Ф.И.О.)

Принял: _____
 (должность, Ф.И.О.)

“ ” 200 г.

РЕЖИМНАЯ КАРТА

работы парового котла _____, ст. № _____, рег. № _____
 оборудованного горелками: _____
 в котельной: _____

№ п/п	Наименование параметров работы котлоагрегатов	Единицы измерения	Нагрузка в % от D_n		
			4	5	6
1	2	3			
1	Паропроизводительность	т/ч			
2	Давление пара в барабане котла	кгс/см ²			
3	Температура питательной воды перед экономайзером	°С			
4	Температура питательной воды после экономайзера	°С			
5	Давление питательной воды перед экономайзером	кгс/см ²			
6	Давление питательной воды после экономайзера	кгс/см ²			
7	Количество работающих горелок	шт.			
8	Расход газа по прибору	м ³ /ч			
9	Расход газа фактический	нм ³ /ч			
10	Давление газа перед регулирующей заслонкой (в коллекторе перед котлом)	кгс/см ²			
11	Давление газа, горелка № 1 (верхняя)	кгс/см ²			
12	Давление газа, горелки № 2, 3 (нижние)	кгс/см ²			
13	Давление воздуха на щите	кгс/см ²			
14	Давление воздуха на горелках	кгс/см ²			
15	Разрежение в топке	кгс/см ²			
16	Температура продуктов горения за котлом	°С			
17	Температура уходящих газов за экономайзером	°С			
18	Состав продуктов горения за котлом:	CO ₂	%		
		O ₂	%		
		CO	%		
		NO	%		
19	Коэффициент избытка воздуха за котлом				
20	Состав уходящих газов за экономайзером:	CO ₂	%		
		O ₂	%		
		CO	%		
		NO	%		
21	Коэффициент избытка воздуха за экономайзером				
22	КПД (брутто) котла	%			
23	Расход условного топлива на 1 Гкал выработанной теплоты	кг у.т./Гкал			

Режимная карта составлена при температуре топлива _____ °С

Низшая теплота сгорания топлива _____ Ккал/м³

Составил: _____
 (подпись)

Ознакомлен: ответственный за газовое хозяйство _____ (подпись)

Дата: “ ” 200 г.