


СОГЛАСОВАНО

Московским газотехническим
территориальным центром
Государственного надзора России,
Зам. начальника

 Ю.К.Павлов
1994г.

УТВЕРЖДЕНО

Научно-производственным
объединением
"Монтажавтоматика",
Генеральный директор

 А.С.Клюев
1994г.

Руководящий материал PM13-1-94

МЕТОДИКА

проведения пуско-режимно-наладочных
работ средств измерений и автоматических
систем регулирования процессов горения
паровых и водогрейных котлов.

Без разрешения НПО
"Монтажавтоматика"
перепечатка запрещена.

Москва 1994

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методика¹ содержит рекомендации по проведению пуско-режимно-наладочных работ средств измерений (СИ) и автоматических систем регулирования (АСР) процессом горения энергетических парогенераторов тепловых электростанций, паровых и водогрейных котлов тепловых котельных на газовом и резервном топливе, а также других автоматических систем регулирования тепловыми процессами основного и вспомогательного оборудования установок, использующих газыное топливо.

Методика составлена с учетом требований органов Госгазнадзора к проведению наладочных работ на газоиспользующем оборудовании ОРД-2 ВЗ, утвержденном указом Главгазнадзора СССР от 23 марта 1987 г. №4

Материал содержит указания по организации и последовательности проведения наладочных работ, методам расчета и реализации построения типовых автоматических систем регулирования, в схемах которых применена электронная аппаратура систем ГСП "Каскад", АКЭСР, "Контур", проведение испытаний с определением показателей качества работы системы регулирования процесса горения.

Для более четкого восприятия отдельных положений содержание методики дается в повелительном наклонении, с цифровой рубрикацией и учетом соподчиненности материала.

1.1. Настоящая методика составлена применительно к производству наладочных работ и оформлению их результатов в АО НПО "Монтажавтоматика", с учетом разработок доктора технических наук А.Т.Лебедева и кандидата технических наук В.Д.Таланова кафедры АСУ ТЭС и АЭС ИГЭУ.

Она также полезна эксплуатационному персоналу промышленных предприятий при проведении пуско-режимно-наладочных работ автоматизированных объектов на газовом топливе.

1.1.1. Методика согласована Московским газотехническим территориальным центром государственного надзора России 15 марта 1994 г. и имеет ранг руководящего материала РМ13-1-94 НПО "Монтажавтоматика".

1.2 Методика составлена в соответствии с требованиями, изложенными в нормативных документах [1-7], в ней использованы методические указания [8-10] и публикации [11-13].

1.2.1. При оптимизации систем технологического контроля и автоматизации в ряде случаев полезно использовать теорию информации. Эти вопросы изложены в [14].

1.3. К наладке средств измерений и автоматизации (СИА) газовых, паровых и водогрейных котлов допускаются лица, прошедшие аттестацию на знание нормативных документов [1-6]. Раз в три года персонал АО

НПО "Монтажавтоматика" проходит обучение в учебном центре со сдачей экзаменов аттестационной комиссии во главе с главным инженером. Результаты экзаменов оформляются актом, после чего специалисту — наладчику выдается удостоверение на право производства пуска — режимно — наладочных работ на газовом оборудовании котельных.

1.4. Перечень приборов, необходимых для проведения наладочных работ СИА, дан в Приложении 1.

1.5. При наладке СИА газовых, паровых и водогрейных котлов должны быть выполнены следующие виды работ:

- подготовительные;
- лабораторные;
- промышленные.

1.6. Результаты наладки СИА оформляются техническим отчетом (см. раздел 6).

2. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

2.1. На основании письма организации, имеющей газоиспользующее оборудование, заключить договор на выполнение наладочных работ СИА.

2.2. Составить программу проведения наладочных работ и утвердить ее у главных инженеров "ЗАКАЗЧИКА" и "ИСПОЛНИТЕЛЯ" (Приложение 2.)

2.3. Провести обследование оборудования, подлежащего наладке, проверить правильность выполнения монтажных работ в соответствии с проектной документацией и требованиями СНиП 3.05 07 — 85.

2.4. Составить и передать "ЗАКАЗЧИКУ" ведомость дефектов и недоделок с указанием лиц ответственных за устранение дефектов, и сроков исполнения (Приложение 3.).

2.5. Организовать производственные помещения и рабочие места наладочного персонала.

2.6. Подготовить приборы и приспособления для проведения наладочных работ.

3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

3.1. Внешний осмотр. Оценить общее состояние СИА: наличие механических дефектов, комплектующих изделий, арматуры, деталей. Проверить состояние закраски у регулирующих узлов, мест спаев и т.п.

3.2 Ревизия. Установить прибор в рабочее положение, проверить его исправность, прочистить контактные поверхности, смазать кинематические узлы.

3.3 Проверка изоляции. С помощью мегаомметра, напряжение которого не должно превышать регламентированного значения для самого слабого по изоляции элемента схемы, измерить сопротивление изоляции электропроводок, которое должно соответствовать требованиям заводов-изготовителей СИА.

3.4 Проверка метрологических характеристик средств измерений

3.4.1 Для проведения проверки метрологических характеристик средств измерений использовать образцовые средства измерения, верхний предел которых равен или больше верхнего предела измерений проверяемого СИ, а класс точности не менее чем в три раза выше класса точности проверяемого СИ.

3.4.2 Проверку проводить при прямом и обратном ходе значений образцового СИ не менее, чем в трех точках, соответствующих 10, 50 и 90% шкалы проверяемого СИ. В протокол проверки метрологических характеристик СИ (Приложение 4) записать значение измеряемой величины в проверяемой точке, установленное образцовым СИ — X ; показания проверяемого СИ при прямом — X' и обратном ходе — X'' .

3.4.3 По полученным данным для каждой точки рассчитать:
— абсолютную погрешность и вариацию

$$\Delta' = X' - X \quad ; \quad \Delta'' = X'' - X \quad ; \quad H = |\Delta' - \Delta''|;$$

— относительную погрешность и вариацию

$$\delta' = \frac{\Delta'}{X} 100\%; \quad \delta'' = \frac{\Delta''}{X} 100\%; \quad h_{\delta} = |\delta' - \delta''|;$$

— приведенную погрешность и вариацию

$$\gamma' = \frac{\Delta'}{X_n} 100\%; \quad \gamma'' = \frac{\Delta''}{X_n} 100\%; \quad h_{\gamma} = |\gamma' - \gamma''|;$$

где X_n — нормирующее значение измеряемой величины, выраженное в тех же единицах измерения, что и Δ , (берется из НТД на СИ). При отсутствии данных по нормирующему значению X_n — его следует принять равным диапазону измерения СИ

3.4.4 По результатам расчетов сделать вывод о пригодности СИ к эксплуатации

Средство измерения признается годным к эксплуатации, если максимальная приведенная погрешность не превышает его класса точности и вариация не превосходит допустимого значения, указанного в НТД на СИ, или если максимальная относительная погрешность и вариация не превосходит основной погрешности и вариации, указанных в НТД на СИ.

При невыполнении указанных условий провести регулировку средства измерения и повторить проверку метрологических характеристик.

Если регулировка не приводит к уменьшению погрешностей, составить акт на дефектное средство измерения, служащий основанием для замены СИ (Приложение 5.).

3.5. Проверка коммутирующих устройств многоточечных СИ. Для проверки работы переключателя входных каналов необходимо объединить по входу все каналы и подать сигнал (50% шкалы) на один из них. При разбросе показаний СИ произвести ревизию переключателя.

3.6 Проверка лентопротяжного механизма и качества записи самопишущих СИ. При проверке и ревизии лентопротяжного механизма обеспечить:

- совпадение пера с начальной линией диаграммы при положении указателя прибора на начальной отметке шкалы;
- соответствие скорости движения диаграммы ее установленному значению;
- бесперебойную подачу чернил или пасты;
- качественную запись;
- соответствие наносимых на диаграмму цифровых или цветовых отметок положению переключателя (для многоточечных приборов).

3.7. Проверка устройств сигнализации, встроенных в СИ.

Определить погрешность срабатывания контактов при плавном увеличении и уменьшении измеряемой величины. Погрешность срабатывания контактов не должна превышать величины, указанной в НТД на СИ. Логика срабатывания сигнальных устройств ("Много", "Мало", "Норма") должна соответствовать карте защит и сигнализации.

3.8 Проверка средств регулирования (СР).

Объем и содержание проверки определяются типом СР и НТД на СР. В результате проверки оценить общую работоспособность СР

3.9. Определение статических характеристик датчиков регулируемых параметров.

Методика определения статических характеристик датчиков регулируемых параметров изложена в разделе 5

3.10. Результаты лабораторной проверки СИА занести в ведомость технического состояния СИА (Приложение 6).

4. ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАБОТЫ

4.1. Проверка монтажа.

При проверке качества монтажа руководствоваться требованиями, изложенными в [5,6] и заводских монтажно-эксплуатационных инструкций на СИА.

Проверке подлежит:

- правильность установки отборных и сужающих устройств;
- правильность установки первичных преобразователей датчиков;
- соблюдение СНиП по прокладке импульсных линий;
- соблюдение СНиП по прокладке кабельных линий и электрических разводок;
- соблюдение СНиП по установке шкафов, щитов и пультов;
- прочность крепления аппаратуры;
- надежность соединения штепсельных разъемов;
- соответствие СИА проекту.

Результаты проверки монтажа оформить актом (Приложение 7).

4.2. Включение и опробывание СИ.

Работы по включению и опробыванию СИ проводить на неработающем оборудовании.

4.2.1. Для милливольтметров ввести поправку на температуру свободных концов термопары

4.2.2. Для логометров проверить напряжение питания и точность подгонки сопротивления соединительных линий.

4.2.3. Для автоматических потенциометров проверить исправность прибора нажатием кнопки "Контроль", отрегулировать чувствительность усилителя, проверить работу медной катушки и целостность цепи термопары.

4.2.4. В автоматических мостах проверить их исправность нажатием кнопки "Контроль" и отрегулировать чувствительность.

4.2.5. В приборах давления проверить "Ноль" и ввести поправку на разность высот между отборным устройством и прибором.

4.2.6. Приборы расхода и уровня включать в работу после продувки и опрессовки импульсных линий. Открыв уравнивательный вентиль и закрыть один из запорных вентилях дифманометра, проверить установку "Ноля"

4.2.7. Для приборов газового анализа проверить установку "Ноля".

4.3 Включение и опробывание средств регулирования (СР).

Работы по включению и опробыванию СР проводить на неработающем оборудовании

4.3.1. Проверить установку "Ноля" у функциональных и регулирующих приборов

4.3.2. Проверить полярность подключения датчиков к функциональным и регулирующим приборам.

4.3.3. Проверить фазировку оперативного (выносного) задатчика.

4.3.4. Проверить направление перемещения исполнительного устройства от кнопок ручного управления.

4.3.5. Проверить направление перемещения исполнительного устройства при срабатывании релейного элемента регулирующего прибора.

4.3.6. Проверить настройку конечных выключателей исполнительных устройств.

4.3.7. Проверить время полного хода исполнительного механизма.

4.4. Наладка автоматических систем регулирования.

Этапы и методика наладки автоматических систем регулирования изложены в разделе 5.

4.5. Сдача СИА в эксплуатацию.

При сдаче СИА в эксплуатацию оформить акт приемки в эксплуатацию (Приложение 8). К акту необходимо приложить следующие документы:

— принципиальные схемы систем измерения и систем автоматизации с изменениями, внесенными при производстве пусконаладочных работ, согласованные с "ЗАКАЗЧИКОМ";

— ведомость технического состояния средств измерения и автоматизации (Приложение 6);

— протоколы проверки метрологических характеристик средств измерений (Приложение 4);

— протоколы проверки статических характеристик датчиков регулируемых параметров (Приложение 9);

— протоколы определения рабочей расходной характеристики регулирующего органа (Приложение 10);

— акты приемо-сдаточных испытаний автоматической системы регулирования (Приложение 11).

5. НАЛАДКА АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ

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

5.1. Этапы наладки АСР:

— определение статических характеристик датчиков регулируемых параметров,

— определение расходных характеристик регулирующих органов,

— определение динамических характеристик объекта регулирования;

— расчет параметров настройки регуляторов.

- корректировка параметров настройки на компьютерных тренажерах;
- статическая настройка регуляторов;
- динамическая настройка регуляторов;
- испытание АСР.

5.2. Определение статических характеристик датчиков регулируемых параметров.

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

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

5.2.3. Крутизну 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 .

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

$$m_{\Theta} = \frac{\Delta E}{\Delta \Theta} \cdot \text{мВ}/^{\circ}\text{C}$$

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

5.2.5 Для термометров сопротивления крутизна характеристики определяется для рабочего диапазона температуры по градуировочным характеристикам:

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

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

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

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

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

5.2.7. 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:

$$m_p = 100/\Delta, \text{ \%/(кг/см}^2\text{)},$$

где $\Delta = P_v - P_n$ — диапазон измерения датчика;

P_v — верхний предел измерения;

P_n — нижний предел измерения.

5.2.8. 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 характеристики дифманометра, которая определяется при лабораторной проверке:

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

где m_p — крутизна характеристики дифманометра;

G_n — номинальный массовый расход;

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

5.2.9. 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:

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

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 .

5.2.10. 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:

$$m_G = 100/G_{\max} \cdot \%/(\text{м}^3/\text{ч})$$

или

$$m_Q = 100/Q_{\max} \cdot \%/(\text{м}^3/\text{ч}),$$

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

5.2.11. Результаты по определению статических характеристик датчиков регулируемых параметров оформить протоколом (Приложение 9).

5.3. Определение расходных характеристик регулирующих органов.

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

5.3.2. Расходная характеристика РО — зависимость расхода среды от перемещения затвора при постоянном перепаде давления на РО.

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

$$m_s = \frac{\Delta G}{\Delta S} \cdot (\text{м}^3/\text{ч})/\%$$

или

$$m_s = \frac{\Delta Q}{\Delta S} \cdot (\text{м}^3/\text{ч})/\%.$$

где $\Delta G, \Delta Q$ — 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).

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

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

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

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

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

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

5.3.10. В протокол определения рабочей расходной характеристики (Приложение 10) 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.

5.3.11. 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 $S = 100\%$.

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

5.3.13. По усредненным в каждой точке значениям расхода:

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

построить рабочую расходную характеристику РО:

$$G = f(S) \quad \text{или} \quad Q = f(S).$$

5.3.14. 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

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

или

$$m_s = \frac{Q_1 - Q_2}{10} \cdot (м^3/ч) / \% УП,$$

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

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

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

5.3.17. Результаты по определению расходных характеристик оформляются протоколом (Приложение 10).

5.4. Определение динамических характеристик объекта регулирования.

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

5.4.2. 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

5.4.3. На проведение работ по экспериментальному определению динамических характеристик объектов регулирования разработать программу и утвердить ее у главных инженеров "ЗАКАЗЧИКА" и "ИСПОЛНИТЕЛЯ" (Приложение 2).

5.4.4. При проведении работ по определению динамических характеристик объектов регулирования использовать штатные СИ—регистрирующие приборы и специальные регистрирующие установки (КСРП4 с приставками ПРТ).

5.4.5. Возмущение — испытательный сигнал, вносится путем перемещения регулирующего органа с помощью исполнительного механизма

5.4.6. 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 предельнодопустимых значений (первый предел технологических защит).

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

5.4.8. 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.

5.4.9. Диаграммные ленты с записью кривых разгона приложить к протоколу наладки автоматической системы регулирования (Приложение 12).

5.4.10. 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 (Приложение 12).

5.4.10.1. 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 -ой кривой разгона;

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

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

i – номер кривой разгона.

5.4.10.2. 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 [11];

5.4.10.3. 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).

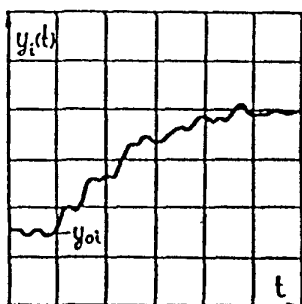


Рис.1. Экспериментальная кривая разгона.

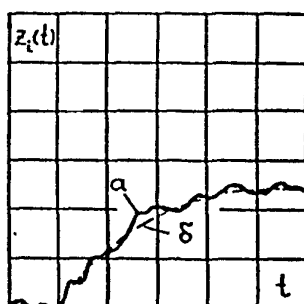


Рис.2. а)Центрированная кривая разгона.
б)Сглаженная кривая разгона.

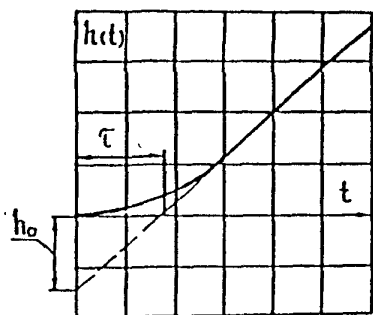


Рис.3. Переходная характеристика объекта без самовыравнивания.

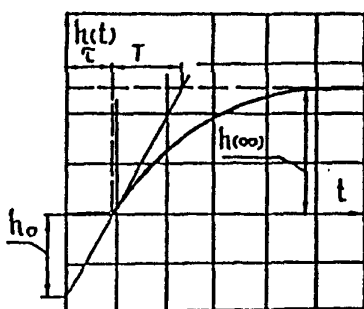


Рис.4. Переходная характеристика объекта с самовыравниванием.

5.4.10.4. 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.

5.4.10.5. 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;

$T = \frac{\tau}{h_0} h(\infty)$ — постоянная времени объекта регулирования, с;

τ — время чистого запаздывания, с.

5.4.11. 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.

5.4.12. Передаточная функция для объекта без самовыравнивания

$$W(p) = \frac{\varepsilon}{p} e^{-p\tau}$$

Передаточная функция для объекта с самовыравниванием

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

5.4.13. Примеры объектов регулирования.

5.4.13.1. Топливоподающие устройства.

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

5.4.13.2. Водопитательный тракт.

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

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

5.4.13.3. 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.

5.5 Расчет параметров настройки регуляторов.

5.5.1 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 — $\alpha_{п}$, с/%

(скорость связи — $V_{св}$, %/с)

— время изодома — $t_{из}$, с

— время демпфирования (фильтра) — $t_{ф}$, с

— время импульса — $t_{и}$, с.

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

5.5.2 Результаты расчета привести в техническом отчете.

5.5.3 Расчет статических параметров настройки регуляторов.

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

Чувствительность по регулируемому параметру и зона нечувствительности связаны соотношением:

$$\Delta = \Delta_{рл} m_{рл} \alpha_{рл} \% ,$$

где $\Delta_{рл}$ – зона нечувствительности в единицах регулируемого параметра;

$m_{рл}$ – крутизна характеристики датчика регулируемого параметра, %/единица РП ;

$\alpha_{рл}$ – чувствительность по регулируемому параметру.

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

Значение $m_{рл}$ определяется в процессе лабораторных работ.

Принять максимальную чувствительность, т.е. $\alpha_{рл} = 1$, и вычислить значение Δ . Если расчетное значение зоны нечувствительности больше максимально возможного значения для данного типа регулятора $\Delta > \Delta_{\max}$, то величину чувствительности $\alpha_{рл}$ уменьшить.

При подключении регулируемого параметра на немасштабируемый вход чувствительность $\alpha_{рл} = 1$.

Максимальная величина зоны нечувствительности некоторых ПИ-регуляторов:

для регулятора РС29 (Контур 2)	4%;
для регулятора РП4 (АКЭСП2)	2%;
для регулятора Р27 (Каскад 2)	2%.

5.5.4. Определение цены деления задатчика.

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

$$\Delta ZD = \frac{\Delta X_{ЗД} \alpha_{рл}}{m_{рл} \alpha_{рл}} , \text{ единица РП.}$$

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

$m_{рл}$ – крутизна характеристики датчика регулируемого параметра, %/единица РП;

$\alpha_{рл}$ – чувствительность по регулируемому параметру.

Цена деления задатчика

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

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 ($N_{ЗД} = 100$ дел.)

$$C_{кор} = \frac{\alpha_{ЗД}}{m_{рн} \alpha_{рн}}, \text{ единица РП;}$$

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

$$C_{ЗД} = \frac{0,1}{m_{рн} \alpha_{рн}}, \text{ единица РП.}$$

Цепу деления задатчика внести в протокол наладки автоматической системы регулирования (Приложение 12).

5.5.5. 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.

5.5.5.1. Определение k_n и T_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 самовыравнивания:

$$k_n = \frac{0,55}{\varepsilon \tau}, \quad T_n = 5\tau.$$

Для объектов с самовыравниванием:

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

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

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

5.5.5.2. Определение α_n и t_u .

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

$$S = \frac{100\alpha_n}{T_M} \left(\varepsilon + \frac{1}{\tau_n} \int \varepsilon dt \right) .$$

где S — перемещение затвора регулирующего органа, % УП;

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

100 — полный ход исполнительного механизма, %;

T_M — время полного хода исполнительного механизма, с;

t_u — время изодрома, с.

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

Коэффициент пропорциональности на релейно-импульсном ПИ-регуляторе устанавливают равным

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

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

$$t_u = k_n T_n , \text{ с} .$$

5.5.5. Время демпфирования t_{ϕ} и время импульса t_{Π} не рассчитывают и определяют в процессе испытания автоматических систем регулирования.

5.5.6. Формулы, по которым рассчитывают параметры настройки ПИ-регулятора, составлены для переходных процессов со степенью затухания 0,75 при ступенчатом возмущении регулирующим органом. Настройку автоматических систем регулирования на степень затухания переходного процесса 0,9+0,95 и минимум квадратичной интегральной оценки проводить на компьютерном тренажере, а затем на работающем оборудовании, используя итерационные методы настройки:
— метод обработки возмущения за одно включение;
— метод пошаговой оптимизации.

5.6. Корректировка параметров настройки регуляторов на компьютерных тренажерах.

5.6.1. Компьютерный тренажер реализован с помощью прикладной программы, установленной на IBM или совместимых компьютерах.

5.6.2. Прикладная программа разрабатывается на основании технического задания (Приложение 14) "ЗАКАЗЧИКА", за его счет, используется в процессе эксплуатации автоматических систем регулирования оборудования. По вопросам приобретения программы обращаться на кафедру АСУ ТЭС и АЭС Ивановского государственного энергетического университета.

5.6.3 Тренажер обеспечивает:

- моделирование поведения оборудования в режимах работы автоматических систем регулирования;
- моделирование всех элементов автоматических систем регулирования (датчиков, регуляторов, исполнительных механизмов, регулирующих органов);
- настройку регуляторов по статическим и динамическим параметрам;
- моделирование работы защит и блокировок;
- обработку переходных процессов, кривых разгона и статических характеристик элементов автоматических систем регулирования.

5.7. Статическая настройка регуляторов.

5.7.1. 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_{Π} — максимальное;
- коэффициент пропорциональности α_{Π} — максимальный;
- время изохрома t_{Π} — максимальное;
- время демпфирования t_{ϕ} — минимальное;
- чувствительность по регулируемому параметру $\alpha_{рп}$ — 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 зону нечувствительности.

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

5.7.2. Балансировка регулятора.

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

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

- коэффициент пропорциональности $\alpha_{л}$ — максимальный;
- время изодрома $\tau_{и}$ — минимальное;
- время демпфирования $\tau_{ф}$ — максимальное;
- чувствительность по регулируемому параметру $\alpha_{рл}$ — 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.

5.8. Динамическая настройка регуляторов.

5.8.1. 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 положения

- коэффициент пропорциональности $\alpha_{л}$ — расчетный;
- время изодрома $\tau_{и}$ — 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_d , 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 изодома, если в противоположную — уменьшить. Корректировку τ_d продолжать до тех пор, пока последующих включений не будет.

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

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

2 этап. При постоянном коэффициенте пропорциональности (α_d) уменьшением времени изодома добиться исчезновения аperiodической составляющей в переходном процессе.

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

5.9. По результатам статической и динамической настройки составить протокол наладки автоматической системы регулирования (Приложение 12) и карту параметров настроек функциональных и регулирующих приборов (Приложение 13).

5.10. 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-регулирующим органом и внешних-задатчиком с визуальной оценкой качества переходных процессов по цитовым 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 на режим, рассчитанный на работу регулятора;

—при работе на агрегате нескольких регуляторов 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 (Приложение 11) и записать параметры в соответствующую карту.

6. ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

6.1. По результатам наладочных работ СИА составить технический отчет, который утвердить у главного инженера "ИСПОЛНИТЕЛЯ" и согласовать с главным инженером "ЗАКАЗЧИКА".

6.2. Требования к содержанию технического отчета.

1. Общие сведения.

Указать основания для проведения работ (номера и даты договора, разрешения на проведение наладочных работ), объем и виды выполненных работ, сроки выполнения, перечень лиц, проводивших работу, с указанием должностей.

2. Характеристика оборудования.

Привести основные технические данные технологического оборудования, режимные карты, перечень автоматических систем регулирования, перечень технологических защит с уставками срабатывания.

3. Состав наладочных работ.

Перечислить виды выполненных лабораторных и промышленных работ со сроками их проведения.

4. Результаты работ.

В этот раздел включить все материалы не получившие отражение в актах, протоколах и ведомостях.

По результатам лабораторных работ: оценка общего состояния СИА, ревизия, проверка изоляции, проверка коммутирующих устройств, проверка лентопротяжного механизма и качества записи, проверка средств регулирования, проверка устройств сигнализации.

По результатам промышленных работ: включение и опробование СИ, включение и опробование СР, обработка диаграмм по определению динамических характеристик объектов регулирования, расчет параметров настроек регулятора, результаты испытаний АСР на компьютерном тренажере.

5. Заключение.

Привести перечень систем измерений и автоматических систем регулирования переданных в эксплуатацию. Изложить рекомендации эксплуатационному персоналу по обслуживанию СИА.

6. Приложений.

К техническому отчету приложить следующие документы:

- 1. Договор на выполнение наладочных работ СИА;**
- 2. Программу проведения наладочных работ;**
- 3. Акт проверки монтажа СИА;**
- 4. Акт приемки средств измерения и автоматизации в эксплуатацию с приложениями:**

- 4.1. Принципиальные схемы систем измерения и автоматизации;**
- 4.2. Ведомость технического состояния средств измерения и автоматизации;**
- 4.3. Протоколы проверки метрологических характеристик средств измерений;**
- 4.4. Протоколы проверки статических характеристик датчиков регулируемых параметров;**
- 4.5. Протоколы определения рабочих расходных характеристик регулирующих органов;**
- 4.6. Акты приемо-сдаточных испытаний автоматических систем регулирования с приложениями:**
 - 4.6.1. Протоколов наладки АСР с приложениями:**
 - 4.6.1.1. Карт параметров настроек;**
 - 4.6.1.2. Диаграммных лент.**
- 6.3. Передача технического отчета "ЗАКАЗЧИКУ" служит основанием для подписания документов о взаимных расчетах.**

7. Используемая и рекомендуемая нормативно-техническая документация и литература.

1. Требование органов Госгазнадзора СССР к проведению наладочных работ на газопользующем оборудовании. ОРД-1-87. Утверждены приказом N4 от 23.03.87г. Главгазнадзора СССР.

2. Порядок получения разрешения органов Госгазнадзора на пуск газа на установки для проведения пуско-наладочных работ, режимноналадочных работ и промышленное потребление газа. ОРД-2-87. Утверждены приказом N16 от 23.03.87г. Главгазнадзора СССР.

3. Правила пользования газом в народном хозяйстве. — М.: Недра, 1988г.

4. Правила безопасности в газовом хозяйстве. — М.: Недра, 1980г.

5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. — М.: Энергия, 1977г.

6. Строительные нормы и правила. СНиП 2.04.08-87; СНиП 3.05.05-85; СНиП 3.05.07-85; СНиП IV-4-80 Госстрой СССР.

7. Временные методические указания по наладке автоматических систем регулирования на электростанциях. — М.: Союзэнерго, 1978г.

8. Методические указания по наладке АСР, реализованных на базе аппаратуры ГСП "Каскад" и АКЭСР. МУ 34-70-087-86. — М.: Союзтехэнерго, 1986г.

9. Методические указания по наладке автоматических регуляторов тепловых процессов. МНУ. — М.: ЭЦМ, 1984г.

10.Методика проведения пуско-режимно-наладочных работ средств измерения и автоматических систем регулирования процессов горения паровых и водогрейных котлов.Руководящий материал РМ 13-1-94.Утвержден НПО "Монтажавтоматика" и согласован 15 марта 1994г. Московским газотехническим центром Государственного надзора России.

11.Наладка средств измерений и систем технологического контроля: Справочное пособие / А.С.Клюев, Л.М.Пин, Е.И.Коломиец, С.А.Клюев; Под редакцией А.С.Клюева.-2-е издание переработанное и дополненное.-М.: Энергоатомиздат, 1990г.

12.Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие / А.С.Клюев, А.Т.Лебедев и др.;Под редакцией А.С.Клюева.-2-е издание переработанное и дополненное.-М.: Энергоатомиздат, 1989г.

13.Наладка систем автоматического регулирования барабанных паровых котлов / А.С.Клюев, А.Т.Лебедев, С.И.Новиков.-М.: Энергоатомиздат, 1985г.

14.Клюев А.С.,Лебедев А.Т.Оптимизация систем технологического контроля и автоматизация: Информационный подход.-М.: Энергоатомиздат, 1994г.

Приложения

Приложение 1.

АО НПО "Монтажавтоматика"					
Перечень приборов, необходимых для производства наладочных работ					
№ п/п	Наименование, характеристики	Тип	Единица измерения	Диапазон измерения	Количество
1.	Грузопоршневой манометр класс точности 0,5	МТУ-60	кгс/см ²		1
2.	Манометр образцовый класс точности 0,1...0,25	МО	кгс/см ²	0...1 0...2,5 0...6 0...10 0...25	1 1 1 1 1
3.	Чашечный манометр класс точности 0,5	ППР-2М	мм.вод.ст	0...1000	1
4.	Микроманометр с переменным углом наклона трубки класс точности 0,5	ММН-40			1
5.	Ламповый вольтметр постоянного тока	М7-26 (М7-17)			1
6.	Миллиамперметр постоянного тока, класс точности 0,5	М253 (МА-11)	мА	0...0,75 0...1,5 0...7,5	1 1 1
7.	Мегаомметр (500и)	М1101			1
8.	Электросекундомер класс точности 30	С-1-2А	мин	0...30	1
9.	Вольтметр переменного тока		В	0...75	1
10.	Комбинированный измерительный прибор	Ц-4312 (Ц-4315)			3
11.	Блок питания стабилизированный с защитой на 2и	Б-5-35	В	0...50	2
12.	Магезин сопротивлений	Р-33			2
13.	Мост измерения емкости	Р503			1
14.	Мост измерения индуктивности	Р591			1
15.	Катушка плечевой индуктивности измерительная	Р536			1
16.	Вакууметр образцовый	ВО	МПа	0...-0,6	1
17.	Генератор	Г-4-62			1
18.	Термостат	ТС16			1
19.	Осциллограф	С-1-101			1
20.	Переносной потенциометр	ПП-63			1
21.	Регистрирующая установка с константами ПРТ	КСР-4			1

Приложение 2

АО НПО "Монтажавтоматика"			
Наименование объекта			
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА _____ " " _____		УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ИСПОЛНИТЕЛЯ _____ " " _____	
ПРОГРАММА проведения наладочных работ средств измерения и автоматизации(СИА)			
№ п п	Содержание работ	Начало работы	Окончание работы
программу составил: _____ " " _____			
ДОЛЖНОСТЬ		ПОДПИСЬ	Ф.И.О. _____ дата

АО НПО "Монтажавтоматика"			
Наименование объекта:			
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА _____		УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ИСПОЛНИТЕЛЯ _____	
ВЕДОМОСТЬ дефектов и недоделок			
№ п п	Наименование дефекта или недоделки	Ответственный за устранение	Срок устранения
ВЕДОМОСТЬ СОСТАВИЛ: _____			
_____	_____	Ф.И.О. _____	Дата _____
ДОЛЖНОСТЬ	ПОДПИСЬ		

АО НПО "МОНТАЖАВТОМАТИКА"						
Наименование объекта:						
ПРОТОКОЛ N ____						
проверки метрологических характеристик средств измерений						
Данные на СИ						
Тип		Измеряемый параметр				
Заводской номер		Класс точности				
Пределы измерения		Вариация				
Данные проверки						
Показатель				Контрольные точки		
				10%	50%	90%
Значение измеряемой величины, установленное образцовым СИ						
Значение измеряемой величины по проверяемому СИ				прямой ход		
				обратный ход		
Погрешность	прямой ход	абсолютная				
		относительная				
		приведенная				
	обратный ход	абсолютная				
		относительная				
		приведенная				
Вариация		абсолютная				
		относительная				
		приведенная				
Средство измерения пригодно (не пригодно) к эксплуатации						
Проверку произвел:						
_____		_____		_____		_____
Должность		Подпись		ФИО		Дата

АО НПО "МОНТАЖАВТОМАТИКА"			
Наименование объекта:			
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА _____			
АКТ N ____ на дефектное средство измерения			
Наименование СИ			
Тип			
Заводской номер			
В связи с отклонениями метрологических характеристик от нормы указанное средство измерения подлежит замене. Приложение: Протокол N ____ проверки метрологических характеристик СИ			
Представитель заказчика			
_____	_____	_____	_____
должность	подпись	ФИО	дата
Представитель исполнителя			
_____	_____	_____	_____
должность	подпись	ФИО	дата

АО НПО "МОНТАЖАВТОМАТИКА"

Наименование
объекта:

ВЕДОМОСТЬ N__
технического состояния средств измерения и автоматики

[illegible]

Ведомость составила:

ДОЛЖНОСТЬ

ПОДПИСЬ

ФНО

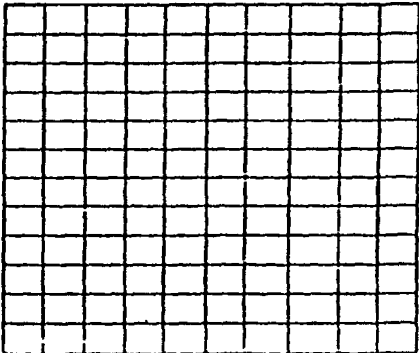
DATA

АО НПО "МОНТАЖАВТОМАТИКА"			
Наименование объекта:			
УТВЕРЖДАЮ			
Главный инженер ЗАКАЗЧИКА			
АКТ N__ проверки монтажа средств измерения и автоматики			
1	Установка отборных и сужающих устройств		норма
2	Установка первичных преобразователей		норма
3	Прокладка импульсных линий		норма
4	Прокладка кабельных линий и электрических проводов		норма
5	Установка шкафов, щитов и пультов		норма
6	Прочность крепления аппаратуры		норма
7	Надежность соединений паяных разъемов		норма
8	Соответствие СИА проекту		норма
Представитель заказчика			
_____	_____	_____	" ____ "
должность	подпись	ФИО	дата
Представитель исполнителя			
_____	_____	_____	" ____ "
должность	подпись	ФИО	дата

Приложение 8.

АО НПО "Монтажавтоматика"			
Наименование объекта:			
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА		УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ИСПОЛНИТЕЛЯ	
_____		_____	
АКТ N ____			
приемки средств измерений и автоматики в эксплуатацию			
1. Средства измерений и автоматики соответствуют проекту.			
2. Средства измерений и автоматики обеспечивают работу технологического оборудования.			
3. Средства измерений и автоматики передаются в эксплуатацию с _____			
Дата			
<p style="text-align: center;">Приложения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальные схемы систем измерения и систем автоматизации _____ шт. 2. Ведомость технического состояния средств измерений и автоматики _____ шт. 3. Протоколы проверки метрологических характеристик средств измерений _____ шт. 4. Протоколы проверки статических характеристик датчиков регулируемых параметров _____ шт. 5. Протоколы определения рабочей расходной характеристики регулирующего органа _____ шт. 6. Акт приемо-сдаточных испытаний автоматической системы регулирования _____ шт. 			
Представитель ЗАКАЗЧИКА			
_____	_____	_____	_____
Должность	Подпись	ФИО	Дата
Представитель ИСПОЛНИТЕЛЯ			
_____	_____	_____	_____
Должность	Подпись	ФИО	Дата

Приложение 9.

АО НПО "Монтажавтоматика"									
Наименование объекта									
ПРОТОКОЛ N__ проверки статических характеристик датчиков(комплектов) регулируемых параметров									
Технические данные датчика (комплекта)									
N поз.по схеме	Наименование	Тип	Заводской номер						
Данные проверки статических характеристик									
Наименование	Единицы измерения	Диапазон	Контрольн.точки						
Входной сигнал									
Выходной сигнал									
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <p style="text-align: center;">Крутизна характеристики _____</p>									
Протокол составил. <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 20%;">_____</div> <div style="width: 20%;">_____</div> <div style="width: 20%;">_____</div> <div style="width: 20%;">" ____ " _____</div> <div style="width: 20%;">_____</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <div style="width: 20%; text-align: center;">должность</div> <div style="width: 20%; text-align: center;">подпись</div> <div style="width: 20%; text-align: center;">ФИО</div> <div style="width: 20%; text-align: center;">дата</div> <div style="width: 20%;"></div> </div>									

Приложение 10.

АО НПО "Монтажавтоматика"	
Наименование объекта	
ПРОТОКОЛ №__ определения рабочей расходной характеристики регулирующего органа	
Наименование АСР.	
Технические данные РО	
Тип:	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Время полного хода Перепад давления на РО </div>
Данные испытаний	
Положение РО, % УП	
Величина	прямой ход
расхода т/ч	обратный ход
Относительная вариация, %	
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>1 0</p> <p>0 8</p> <p>0 6</p> <p>0 4</p> <p>0 2</p> </div> <div style="flex: 2;"> </div> </div> <p style="text-align: center;">Расходная характеристика РО</p> <p style="text-align: center;">Кругизна характеристики _____</p> <p style="text-align: center;">Дюфт _____</p>	
Протокол составил _____	
должность	подпись
ФПО	дата

АО НПО "Монтажавтоматика"			
Наименование объекта			
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА		УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ИСПОЛНИТЕЛЯ	
" " "		" " "	
АКТ N ____ приемо-сдаточных испытаний автоматической системы регулирования			
Наименование АСР:			
Состав АСР			
Датчик	тип	зав. N	
Регулятор	тип	зав. N	
Исполнительный механизм	тип	зав. N	
Регулирующий орган	тип	зав. N	
Оценки качества работы АСР			
Показатели качества		Величина	Оценка
Устойчивость (степень затухания)			норма
Динамическое отклонение			норма
Статическое отклонение			норма
Интегральная оценка			норма
Заключение:			
1. АСР выдержали приемосдаточные испытания.			
2. АСР пригодна к эксплуатации			
3. По результатам испытаний параметры настройки записаны в карту N ____			
Приложение: Протокол N ____ наладки АСР			
Представитель ЗАКАЗЧИКА			
_____ должности	_____ подпись	_____ ФИО	_____ дата
Представитель ИСПОЛНИТЕЛЯ:			
_____ должности	_____ подпись	_____ ФИО	_____ дата

Приложение 12.

АО НПО "Монтажавтоматика"			
Наименование объекта			
ПРОТОКОЛ №__ наладки автоматической системы регулирования			
Наименование АСР:			
Структурная схема АСР	Краткое описание		
Динамические характеристики объекта			
Результаты наладки:			
Статическая настройка	ВЫПОЛНЕНО		
Динамическая настройка	ВЫПОЛНЕНО		
Цена деления задатчика			
Приложение. 1. Карта №__ параметров настроек. 2. Диаграммы ленты _____ шт.			
Заключение. АСР готова к приемо-сдаточным испытаниям			
Наладку произвел			
_____	_____	_____	_____
ДОЛЖНОСТЬ	ПОДПИСЬ	ФИО	ДАТА

[illegible]

АО НПО "Монтажавтоматика"	
Наименование объекта	
УТВЕРЖДАЮ Главный инженер ЗАКАЗЧИКА <hr style="width: 100%;"/>	
Техническое задание на разработку компьютерного тренажера	
1. ИСПОЛНИТЕЛЬ – Ивановский государственный энергетический университет 2. Срок разработки с " " по " " " 3. Автоматические системы регулирования. АСР питания АСР топлива АСР соотношения газ – воздух АСР разрежения	
4. Технические средства автоматизации Каскад 2. Контур 2 АБЭСР 2	
5. Стоимость тренажера определяется протоколом о договорной цене 6. ЗАКАЗЧИК передает ИСПОЛНИТЕЛЮ – принципиальные схемы АСР, – режимную карту оборудования – статические характеристики датчиков регулируемых параметров – расходные характеристики регулирующих органов, – перечень и установки срабатывания технологических защит 7. Адреса и реквизиты сторон	
ЗАКАЗЧИК _____ _____	ИСПОЛНИТЕЛЬ ИГЭУ 153548 Иванов. ул Рабфаковская, 34 Кор счет 007161300 Р/с 609635 в Комбанке Текстиль и и б 153454 г Иваново МФО 123083 _____ _____
Представитель ЗАКАЗЧИКА	Представитель ИСПОЛНИТЕЛЯ.

СОДЕРЖАНИЕ.

1. Общие положения.....	3
2. Подготовительные работы.....	4
3. Лабораторные работы.....	4
4. Промышленные работы.....	7
5. Наладка автоматических систем регулирования.....	8
6. Технический отчет.....	24
Приложения.....	27