



Научно-производственный комплекс «КРОНА»

**СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ
СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ И ЗАЩИТЫ ТУРБИНЫ**

«КРОНА-522»

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОВЫХ ТУРБИН «КРОНА-522»

АКТУАЛЬНОСТЬ:



Система предназначена для выполнения работ обусловленных требованиями:

- эксплуатационной документации заводов-изготовителей турбин;
- РАО «ЕЭС России» (методические указания по проверке и испытаниям автоматических систем регулирования и защит паровых турбин РД 34.30.310);
- а также «Основных правил и обеспечения эксплуатации атомных станций» СТО 1.1.1.01.0678-2007 раздела о паротурбинных установках.

ОТЗЫВЫ СПЕЦИАЛИСТОВ-ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ:



Технические возможности системы измерений параметров «КРОНА-522»:

- мобильность,
- быстрота подключения,
- высокая точность измерений, и т.д.

позволяют в короткие сроки и с высокой достоверностью проводить тестирование всех узлов и механизмов системы регулирования турбины и турбогенератора, выполнять наладку и настройку после ППР, выявлять дефекты и определять объемы ремонта.



Система «КРОНА-522» позволяет получить полное представление о состоянии и особенностях данной системы регулирования турбины и возможностях САРЗ участвовать в общем первичном регулировании частоты сети и отработки команд противоаварийной автоматики блока.



Главная особенность системы «КРОНА-522» - определение и обсчет параметров САРЗ в целом и отдельных ее узлов непосредственно в процессе измерения физических величин, что позволяет значительно сокращать время и трудоемкость проведения регламентных работ на турбогенераторе, и исключает ошибки при ручной обработке данных.

РЕЛЕВАНТНОСТЬ:

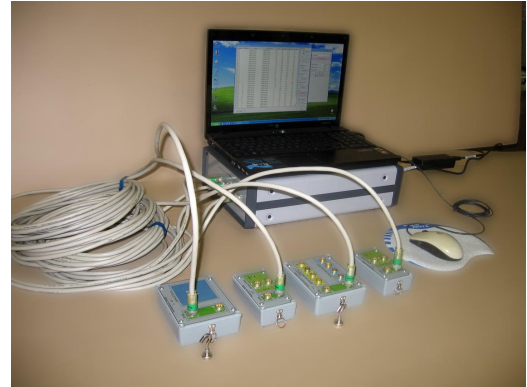


Система разработана и изготовлена по техническим требованиям Волгодонской АЭС. Проведены приемочные и натурные испытания, система принята в эксплуатацию и получила положительные отзывы.



Назначение

Система измерений параметров системы регулирования и защиты паровой турбины «Крона-522» предназначена для измерений и контроля физических величин в системах автоматического регулирования и защиты паровых турбин, паровых котлов, газотурбинных установок и другого тепломеханического и компрессорного оборудования с целью определения их технического состояния во время пусконаладочных, ремонтных работ и в режиме штатной эксплуатации.



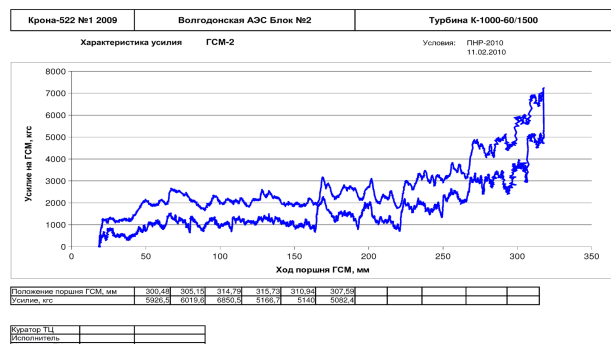
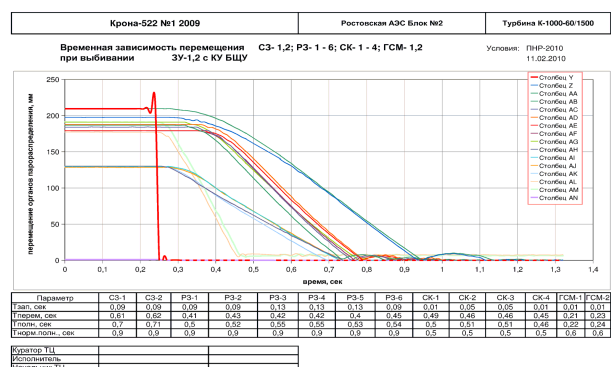
Отличительной особенностью системы от других средств является то, что получение итоговых данных не требует длительной ручной обработки результатов измерений, а производится в автоматическом режиме. Таким образом, характеристики САРЗ и их соответствие формулярным значениям пользователь получает сразу, что во много раз ускоряет, облегчает настройку и повышает достоверность проверки системы регулирования и защиты турбины.

Применение системы позволяет проводить диагностику состояния систем регулирования турбоагрегатов для выявления в ней дефектов, определения их характера, а также значительно экономить время и ресурсы персонала за счет того, что непосредственно в процессе измерения физических величин производится расчет параметров систем регулирования и отдельных ее узлов с целью определения объема работ на этапе планово-предупредительного ремонта.

Функциональные характеристики

Функциональные возможности системы:

- снятие статических и динамических характеристик систем автоматического регулирования при наладке, регулировании и испытаниях турбоагрегатов;
- ведение мониторинга состояния турбоагрегата по заданным параметрам при работе в штатном режиме;
- оценка переходного процесса при сбросе электрической нагрузки с отключением генератора от сети.



В ходе работы система обеспечивает:

- автоматическое построение графиков характеристик регулирования;
- определение неравномерности и нечувствительности регулирования;
- сравнение экспериментальных и формулярных характеристик;
- накопление, систематизирование и архивирование информации по результатам испытаний;
- вывод результатов испытаний на цветной принтер;
- экспорт полученных данных на другой компьютер, сервер, в АСУ ТП предприятия.

Технические характеристики

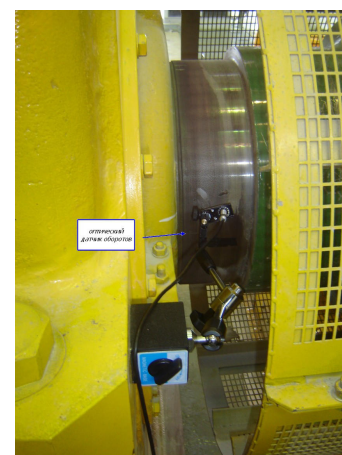
Система представляет собой мобильную, быстро разворачиваемую в цеховых условиях систему сбора и обработки информации, состоящую из устройства сбора информации (УСИ), подключенного к компьютеру (ПК), и датчиков, которые по шине (RS485) передают информацию для обработки и отображения результатов. Шина построена по топологии «звезда» и может иметь до 4 веток длиной до 100 м каждая. Общее число датчиков (в зависимости от их типов), подключаемых к системе, может достигать 100 шт. и более.

В системе применяются серийно выпускаемые датчики. Крепление датчиков на объекте осуществляется с помощью магнитных съемных опор или приспособлений, индивидуально под конкретный тип турбоагрегата по требованию Заказчика.



Система измеряет:

- линейные перемещения с основной приведенной погрешностью $\pm 2\%$ при помощи лазерных датчиков перемещения в диапазонах от 0 до 50, 100, 250, 500 мм;
- избыточное давление с помощью датчиков давления в диапазоне от минус 100 кПа до 60 МПа (с разбивкой на поддиапазоны), а также абсолютное давление в диапазоне от 0 до 60 МПа (с разбивкой на поддиапазоны) с основной приведенной погрешностью в зависимости от поддиапазона не более $\pm 2\%$ (до 10 кПа), $\pm 1,5\%$ (до 40 кПа) и $\pm 1,35\%$ (до 60 МПа);
- скорость вращения вала с основной абсолютной погрешностью ± 1 об/мин при помощи:
 - оптического датчика оборотов в диапазоне от 100 до 4000 об/мин;



- с использованием выходного электрического сигнала штатного датчика турбины;
- токи управления в катушках электромеханических преобразователей турбины с использованием внешнего датчика тока в диапазонах измерения тока от минус 100 до 100 мА и от минус 1 до 1 А с основной приведенной погрешностью $\pm 1\%$;
- выходные токи управляющих систем турбины в диапазоне от 0 до 20 мА с основной приведенной погрешностью $\pm 1\%$;
- угол сдвига фазы выходного напряжения генератора турбины относительно ее вала в диапазоне от 0 до 360 электрических градусов с основной приведенной погрешностью $\pm 0,1\%$.

Система также фиксирует моменты срабатывания механизмов систем защиты и регулирования турбоагрегатов с помощью индуктивных бесконтактных датчиков положения.

Кроме того, возможно подключение любых датчиков с выходом по напряжению или току, логических сигналов и сигналов типа «сухой контакт».



Таким образом, возможно измерение:

- параметров виброскорости по трем координатам в диапазоне от 0,3 до 70 мм/с с относительной погрешностью не более $\pm 5\%$;
- температуры масла в подшипниках ротора турбоагрегатов и температуры питательной воды (конденсата) в диапазоне от 0 до 150°C с основной абсолютной погрешностью $\pm 1, 5^\circ\text{C}$;

Минимальное время (цикл) опроса всех датчиков системы не более 10 мс.

Мощность, потребляемая системой от сети ~220 В, не превышает 150 В·А.

Система при транспортировке размещается в трех кейсах: двух — с габаритными размерами 625×500×300 мм (для ПК, УСИ, преобразователей и для датчиков), и одним — 632×602×333 мм (для кабеля).



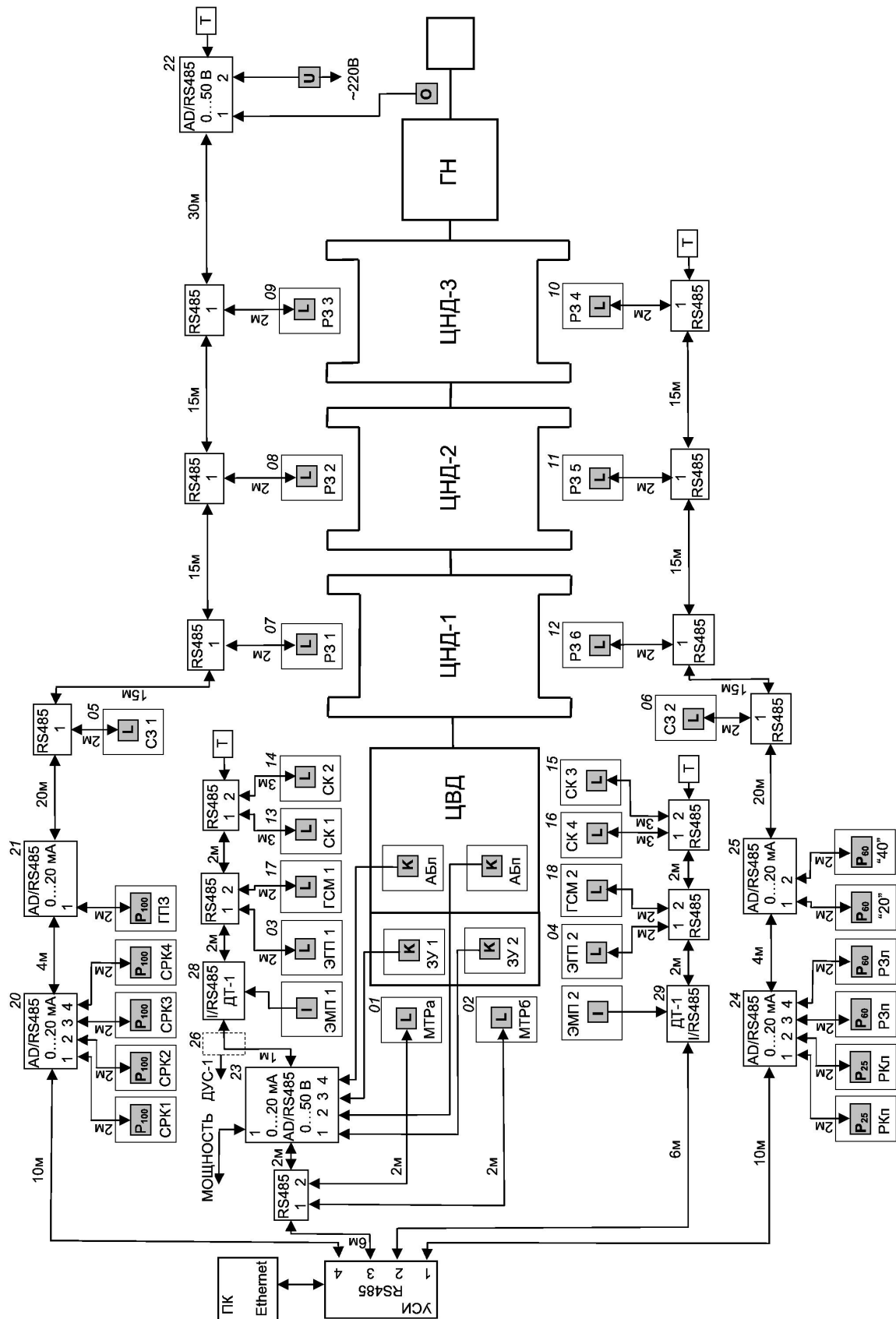
Дополнительно к датчикам, система может быть укомплектована системой видеонаблюдения и регистрации, состоящей из видеорегистратора и видеокамер (до 4 шт., цветные, устанавливаются на треноги или стойки на магнитной опоре).

Данная опция позволяет визуально контролировать поведение исполнительных механизмов и обстановку в зале, а также вести продолжительную видеозапись.

Изображения с видеокамер выводятся непосредственно на экран ноутбука оператора в реальном режиме. Удаление видеокамер от видеорегистратора — до 60 метров.



(на примере турбины К-1000-60/1500-2)



Условные обозначения на схеме:

   Датчики избыточного давления DMP на 10; 6; 2,5 МПа.

 Датчик триангуляционный лазерный РФ-605 с адресом 05 в сети RS485.

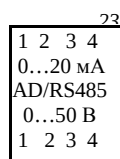
 Датчик тока ДТ-1.

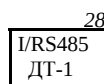
 Датчик оборотов оптический ДОС-04.

 Датчик нуля сети ДН-01.

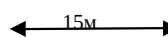
 Выключатель бесконтактный индуктивный (концевой датчик) ВБИ.

 Разветвитель RS485.

 Преобразователь AD/RS485 с адресом 23 в сети RS485.

 Преобразователь I/RS485 с адресом 28 в сети RS485.

 Терминатор.

 Кабель соединительный, длиной 15 м.

ЦВД - цилиндр высокого давления турбины.

ЦНД-1...ЦНД-3 - цилиндры низкого давления турбины 1..3.

ГН - генератор.

СРК1...СРК4 - давление в разгрузочной камере стопорного регулирующего клапана 1...4.

ГПЗ - давление пара за главной паровой задвижкой.

РКп - давление в линии управления регулирующего клапана правого.

РКл - давление в линии управления регулирующего клапана левого.

РЗп - давление в линии управления регулирующей заслонки правой.

РЗл - давление в линии управления регулирующей заслонки левой.

«20» - давление в силовой линии «20».

«40» - давление в силовой линии «40».

СЗ 1, СЗ 2 - перемещение стопорной заслонки 1, 2.

РЗ 1... РЗ 6 - перемещение регулирующей заслонки 1...6.

ЭГП 1, ЭГП 2 - перемещение электрогидравлического преобразователя 1, 2.

ГСМ 1, ГСМ 2 - перемещение главного сервомотора 1, 2.

СК 1... СК 4 - перемещение стопорного клапана 1...4.

ЭМП 1, ЭМП 2 - ток в обмотке управления ЭМП 1 и ЭМП 2.

МТР_а, МТР_б - срабатывание механизма токовой разгрузки а, б.

ЗУ 1, ЗУ 2 - срабатывание защитного устройства 1, 2.

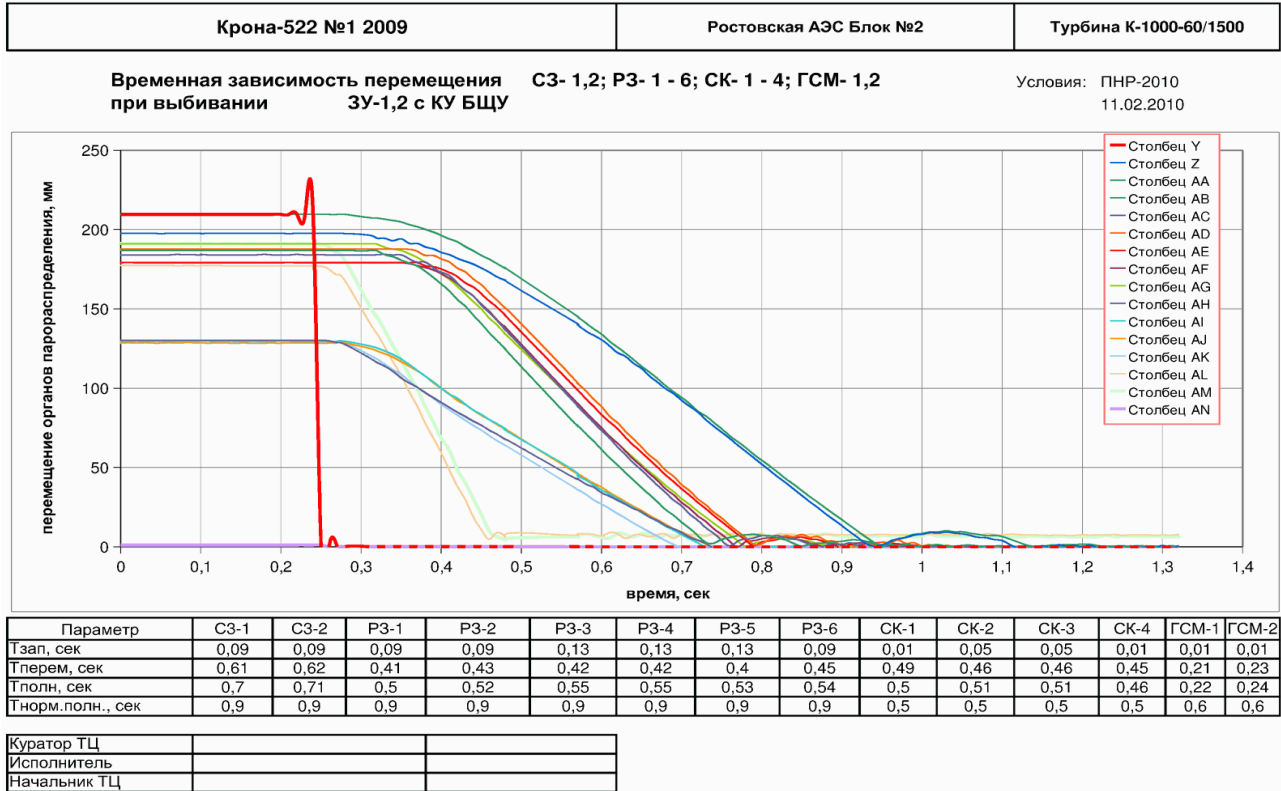
АБп, АБл - срабатывание автомата безопасности правого, левого.

МОЩНОСТЬ - сигнал 4...20 мА (0...5 мА), несущий информацию о мощности турбины.

ДУС-1 - сигнал с выхода датчика угловой скорости ДУС-1 турбины (используется для ввода информации о скорости вращения турбины вместо датчика оборотов ДОС-04).

Результаты проверки характеристик САРЗ

1) Определение времени запаздывания, собственного времени и общего времени закрытия органов парораспределения (стопорных клапанов, стопорных заслонок, главных сервомоторов, регулирующих заслонок) при срабатывании командных органов - защитных устройств №1,2, бойков автомата безопасности и ключа управления защитными устройствами с БЩУ.



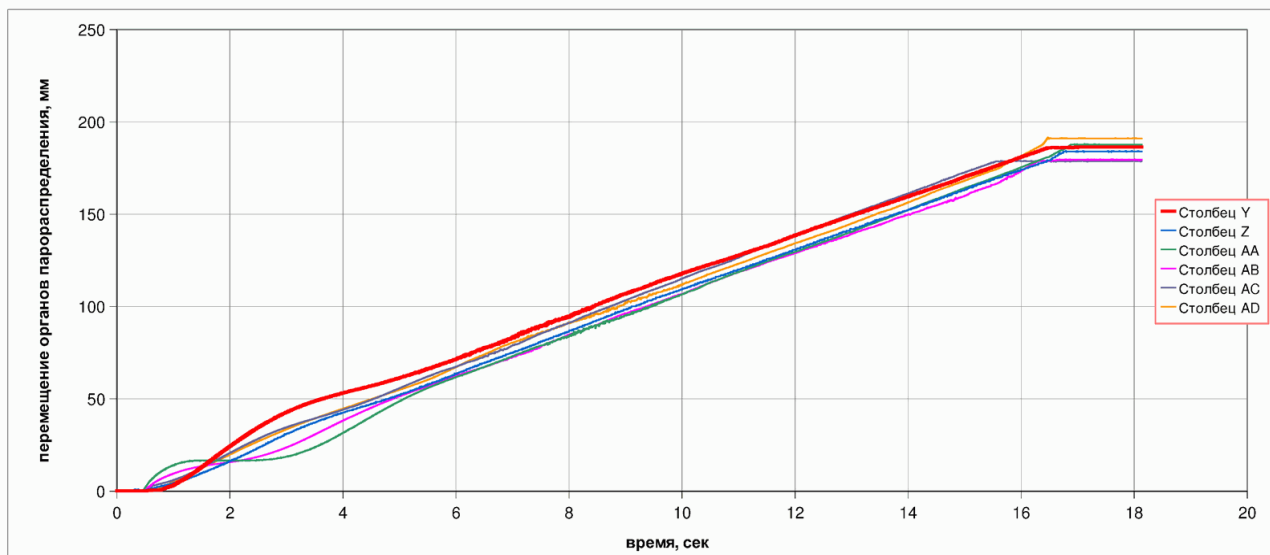
2) Определение времени открытия регулирующих заслонок при нахождении управляющих устройств в положении «малой» и «большой» скорости.

Крона-522 №1 2009	Ростовская АЭС Блок №2	Турбина К-1000-60/1500
-------------------	------------------------	------------------------

Время открытия на "малой скорости"

РЗ-1, РЗ-2, РЗ-3, РЗ-4, РЗ-5, РЗ-6

Условия: ПНР-2010
11.02.2010



Параметр	РЗ-1	РЗ-2	РЗ-3	РЗ-4	РЗ-5	РЗ-6
T, сек	17,69	16,23	16,56	16,34	15,44	17,55

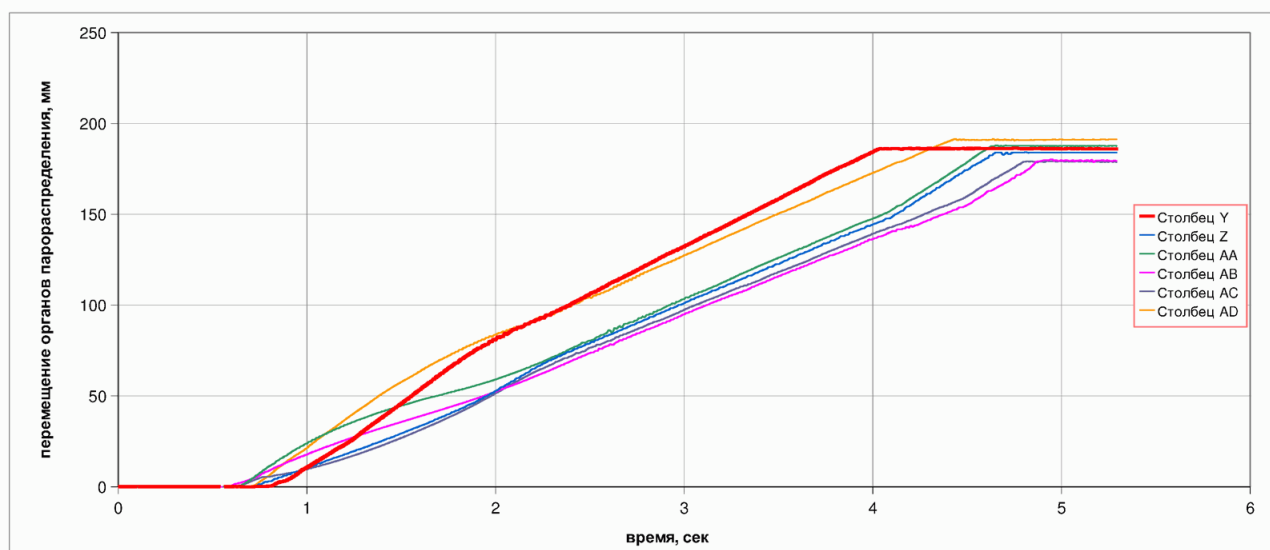
Куратор ТЦ		
Исполнитель		
Начальник ТЦ		

Крона-522 №1 2009	Ростовская АЭС Блок №2	Турбина К-1000-60/1500
-------------------	------------------------	------------------------

Время открытия на "большой скорости"

РЗ-1, РЗ-2, РЗ-3, РЗ-4, РЗ-5, РЗ-6

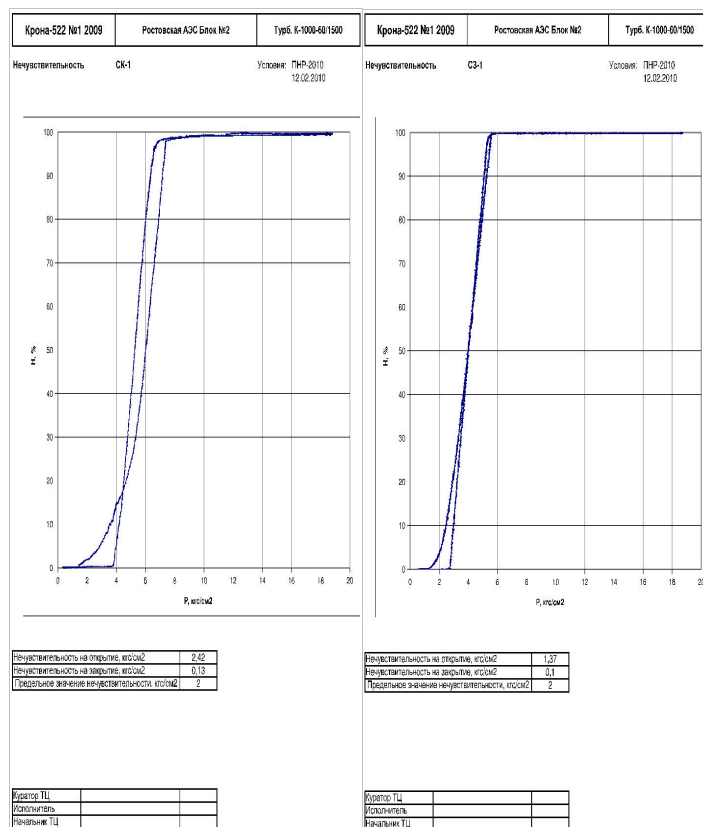
Условия: ПНР-2010
11.02.2010



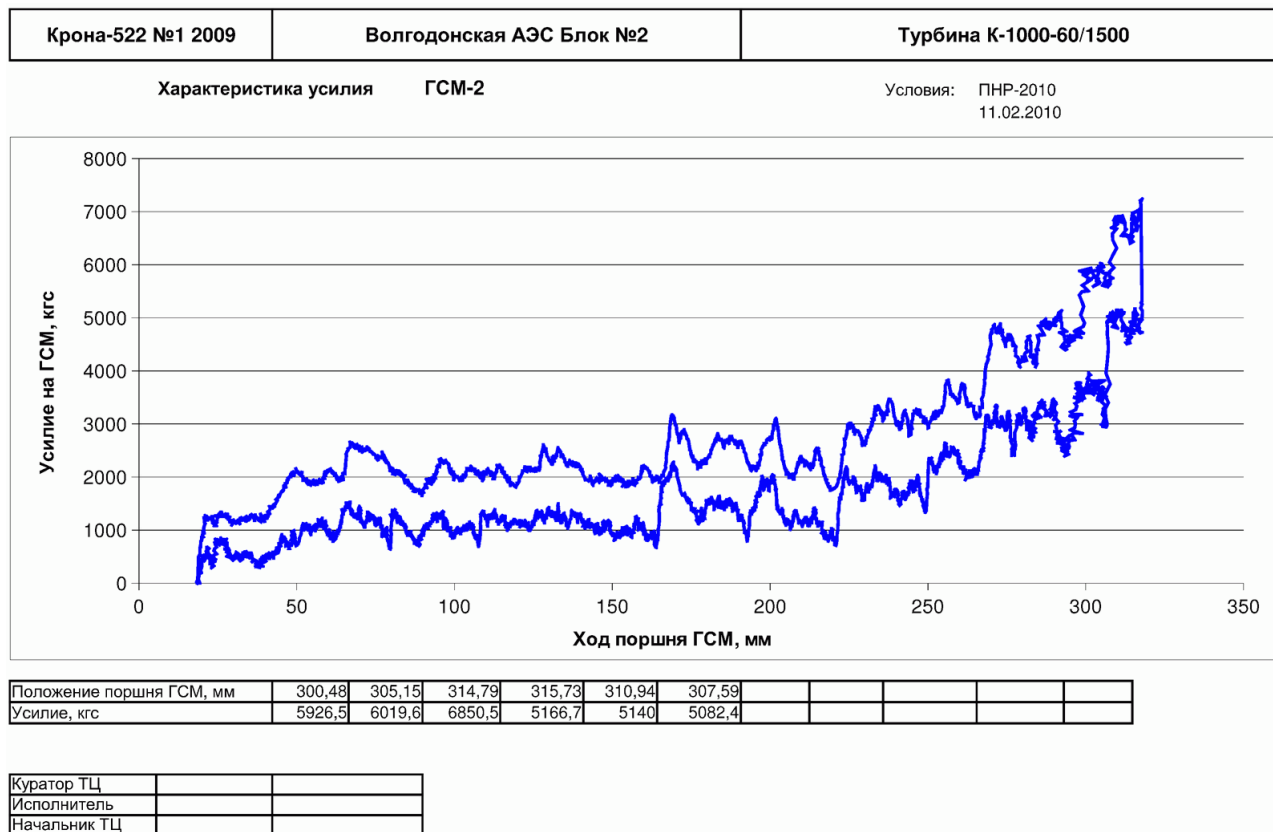
Параметр	РЗ-1	РЗ-2	РЗ-3	РЗ-4	РЗ-5	РЗ-6
T, сек	3,57	4,09	4,05	4,38	4,36	4,65

Куратор ТЦ		
Исполнитель		
Начальник ТЦ		

3) Определение нечувствительности на открытие и закрытие гидроприводов стопорных кланов и стопорных заслонок промперегрева.



4) Снятие характеристик усилий главных сервомоторов и определение зон открытия ГСМ с тах усилием на штоки сервомоторов.

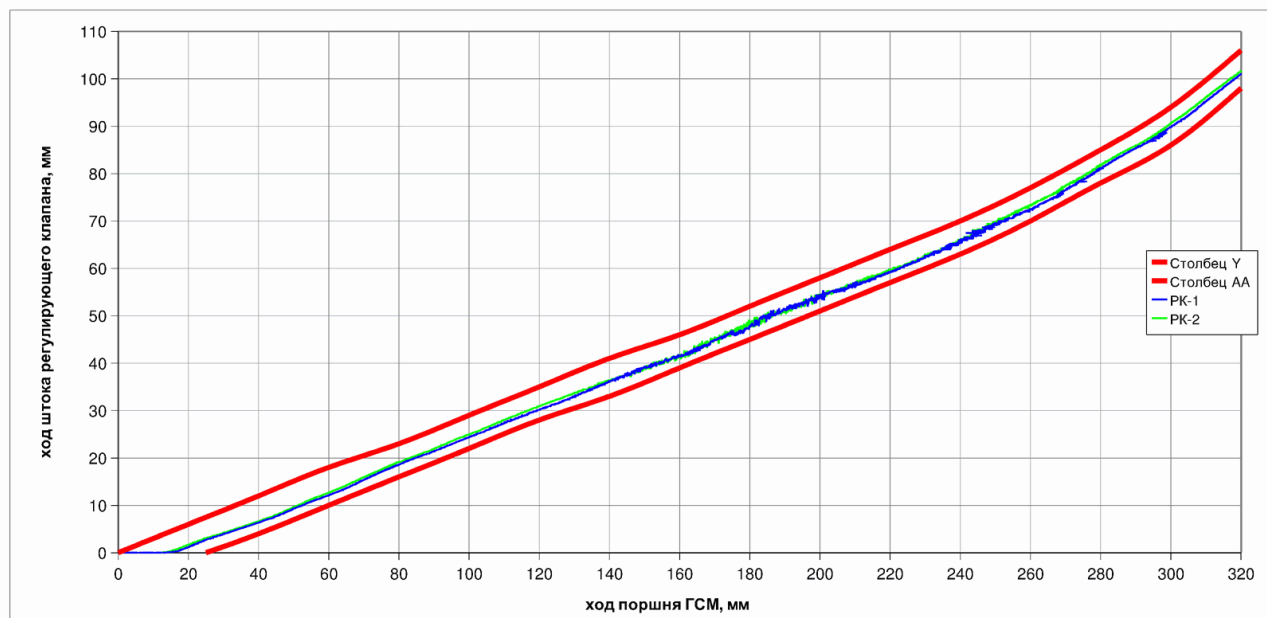


5) Определение характеристик парораспределения главных сервомоторов и регулирующих клапанов и сравнение их с заводскими.

Крона-522 №1 2009	Ростовская АЭС Блок №2	Турбина К-1000-60/1500
-------------------	------------------------	------------------------

Характеристика парораспределения от ГСМ-1 РК-1, РК-2

Условия: ПНР-2010
12.02.2010

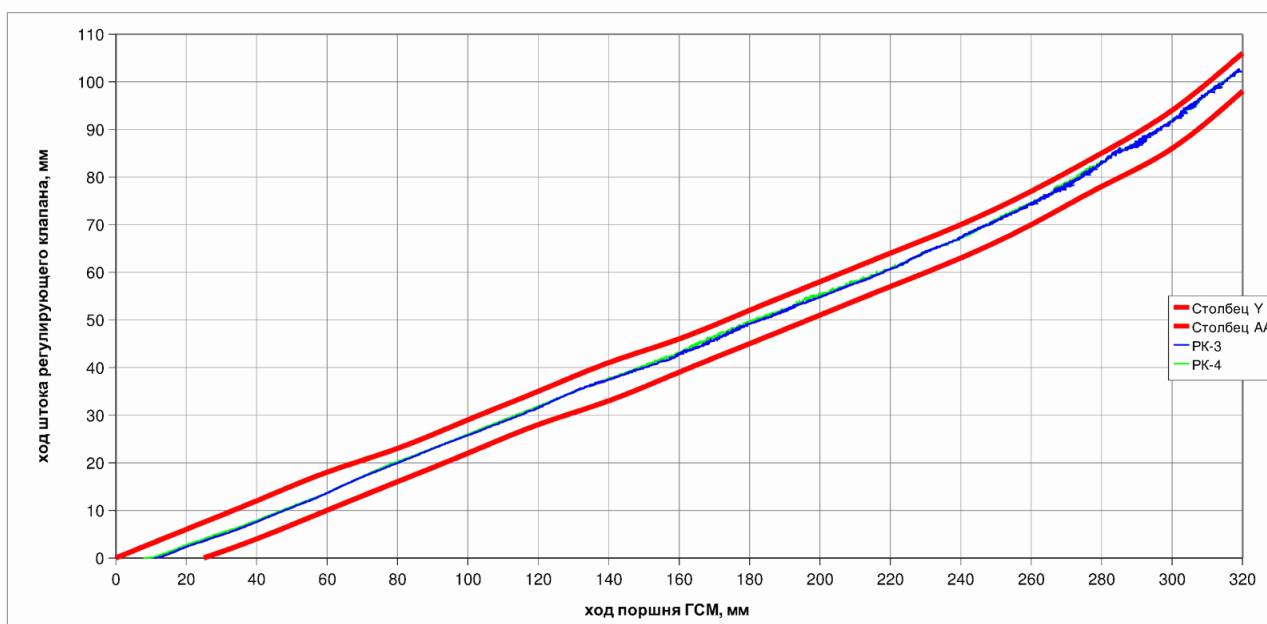


Куратор ТЦ		
Исполнитель		
Начальник ТЦ		

Крона-522 №1 2009	Ростовская АЭС Блок №2	Турбина К-1000-60/1500
-------------------	------------------------	------------------------

Характеристика парораспределения от ГСМ-2 РК-3, РК-4

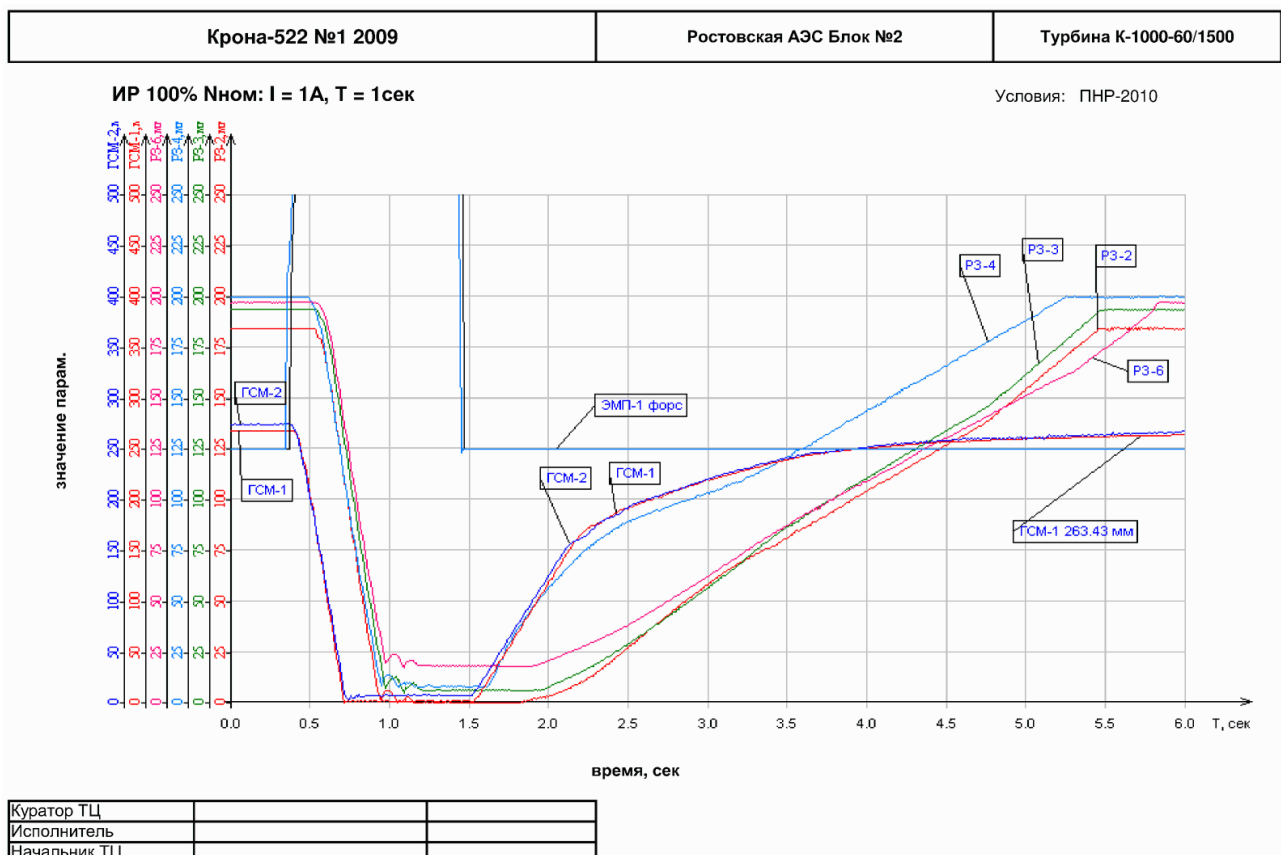
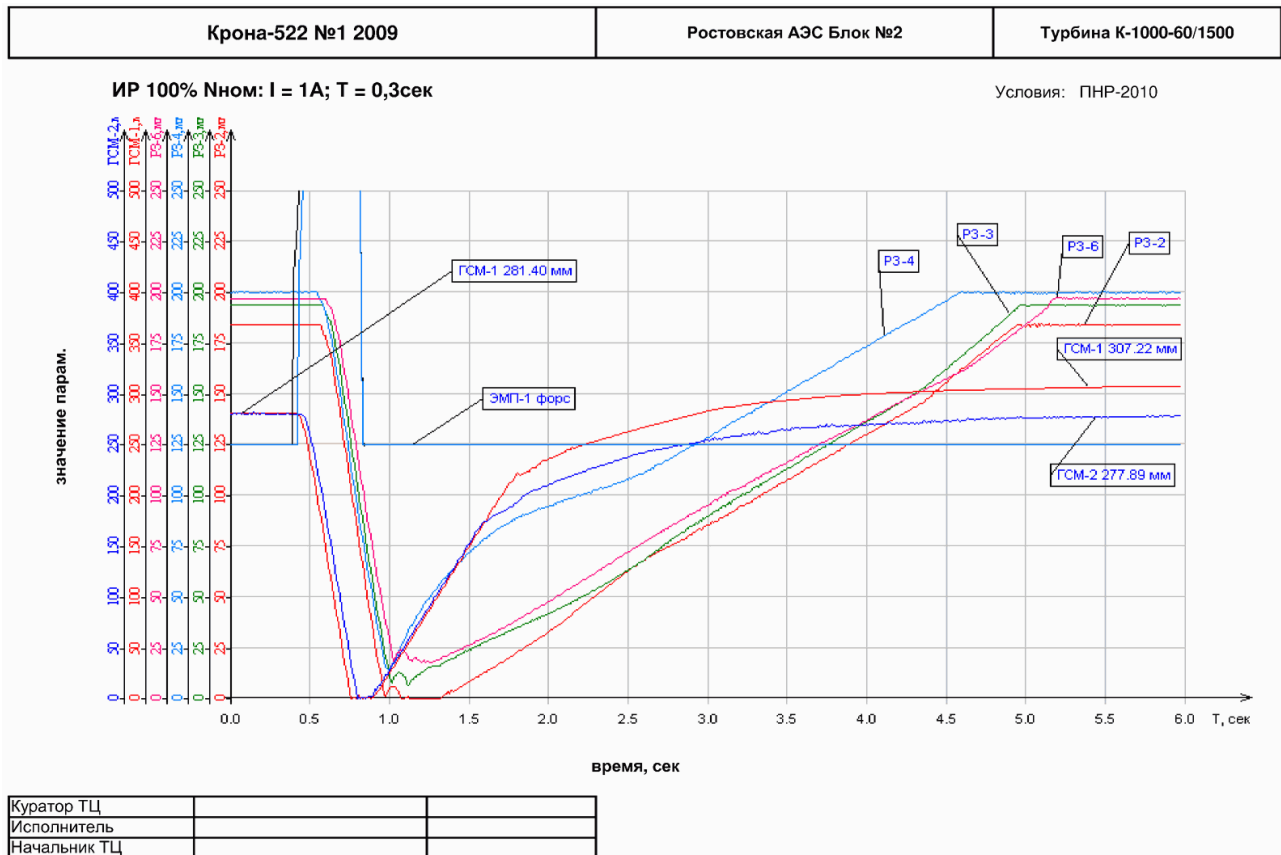
Условия: ПНР-2010
12.02.2010



Куратор ТЦ		
Исполнитель		
Начальник ТЦ		

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕКИ ХАРАКТЕРИСТИК САРЗ

6) Имитация срабатывания противоаварийной автоматики (на остановленном турбоагрегате) для определения величины и длительности форсированного сигнала при прохождении ИР на 30% и 100% Нном.



Акт испытаний системы «Крона-522»



Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и
тепловой энергии на атомных станциях»
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

Филиал ОАО «Концерн Росэнергоатом»
«ВОЛГОДОНСКАЯ АТОМНАЯ СТАНЦИЯ»
(Волгодонская АЭС)

УТВЕРЖДАЮ
Главный инженер
Волгодонской АЭС

А. А. Сальников

« » 2010 г.

А К Т

23.03.2010 г. Волгодонск № 13-18/09

Испытаний системы контроля
«КРОНА-522»

Комиссия в составе:

Председатель комиссии:

ЗГИЭ

Жуков А.Г.

Члены комиссии:

И.о. начальника ОИТПЭ
Главный специалист ОИТПЭ
Нач. лаб. 12 НПК КРОНА
Нач. лаб. 15 НПК КРОНА
Нач. лаб. 14 НПК КРОНА

Адаменков А.К.
Владимиров М.И.
Васильченко Е.Н.
Барбашов А.Н.
Петряшев В.И.

Провела проверку:

эксплуатационных характеристик системы измерений параметров системы регулирования и защиты паровой турбины К-1000-60/1500 «КРОНА-522», изготовленной ООО НПК «КРОНА» г. Пенза в рамках договора №Б.05/52-1/09-49 от 13.01.2009г.

Проверка системы «Крона - 522» проводилась в два этапа:

1. Приемочные испытания на площадке ООО НПК «Крона» г. Пенза.

Технические и метрологические характеристики системы «Крона -522» были проверены на этапе приемочных испытаний. Акт приемочных испытаний от 20.11.2009г.

Приложение 1.

2. Натурные испытания на площадке Волгодонской АЭС.

Проверка проводилась на этапе ПНР системы регулирования и защиты турбоагрегата К-1000-60/1500 бл.№2 Ростовской АЭС, на остановленном турбоагрегате. Подключение системы «КРОНА-522» к турбоагрегату проводилось по схеме приведенной в

Приложении 2.

Для подтверждения эксплуатационных характеристик системы измерений «КРОНА-522» были проведены следующие испытания автоматической системы регулирования и защиты турбоагрегата:

1) Определение времени запаздывания, собственного времени и общего времени закрытия органов парораспределения (стопорных клапанов, стопорных заслонок, главных сервомоторов, регулирующих заслонок) при срабатывании командных органов – защитных устройств №1,2, бойков автомата безопасности и ключа управления защитными устройствами с БЩУ.

2) Определение времени открытия регулирующих заслонок при нахождении управляющих устройств в положении «большая» и «малая» скорость.

3) Определение нечувствительности на открытие и закрытие гидроприводов стопорных клапанов и стопорных заслонок промперегрева.

4) Определение характеристик парораспределения главных сервомоторов и регулирующих клапанов и сравнение их с заводскими.

5) Снятие характеристик усилий главных сервомоторов и определение зон открытия ГСМ с тах усилием на штоки сервомоторов.

6) Имитация срабатывания противоаварийной автоматики (на остановленном турбоагрегате) для определения величины и длительности форсированного сигнала при прохождении ИР на 30, 50, 75 и 100% Nном.

Результаты испытаний системы измерений «КРОНА-522» представлены в виде графических зависимостей рис. 1 ÷ 20 Приложение 3.

Заключение:

Система измерений параметров «КРОНА-522» признана годной к использованию в качестве средства измерения параметров системы регулирования и защиты паровой турбины К-1000-60/1500.

Технические возможности системы измерений параметров «КРОНА-522» (мобильность, быстрота подключения, высокая точность измерений и т.д.) позволяют в короткие сроки и с высокой достоверностью проводить тестирование всех узлов и механизмов системы регулирования турбины и турбогенератора, выполнять наладку и настройку после ППР, выявлять дефекты и определять объемы ремонта. Система «КРОНА-522» позволяет получить полное представление о состоянии и особенностях данной системы регулирования турбины и возможностях САРЗ участвовать в общем первичном регулировании частоты сети и отработки команд противоаварийной автоматики блока.

Главная особенность системы «КРОНА-522» – определение и обсчет параметров САРЗ в целом и отдельных ее узлов непосредственно в процессе измерения физических величин, что позволяет значительно сокращать время и трудоемкость проведения регламентных работ на турбогенераторе.

Рекомендации:

1. Волгоградской АЭС провести дополнительные испытания системы «КРОНА-522»: на холостом ходу, на мощности, при проведении сбросов паровой и электрической нагрузки и импульсной разгрузки.

2. НПК «КРОНА», ОАО «Концерн Росэнергоатом» рассмотреть возможность включения системы «Крона – 522» в качестве штатной системы турбогенераторов используемых на действующих и строящихся АЭС.

Перечень приложений:

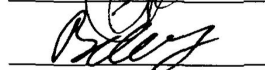
1. **Приложение 1.** Акт приемочных испытаний системы «Крона – 522».

2. **Приложение 2.** Схема подключения системы «КРОНА-522» к турбоагрегату К-1000-60/1500 бл. №2 Ростовской АЭС.

3. **Приложение 3.** Результаты испытаний системы «КРОНА-522» подключенной к САРЗ турбоагрегата К-1000-60/1500 бл. №2 Ростовской АЭС.

 Жуков А.Г.

 Адаменков А.К.

 Владимиров М.И.

Дополнительная информация

Дополнительная информация о системе измерения параметров системы регулирования и защиты турбины (результаты измерения других характеристик САРЗ, фотографии датчиков и их установки на турбоагрегате, акты испытаний, и пр.) размещена на сайте: npk-krona.ru

i

Разработчик и изготовитель **системы измерения параметров системы защиты и регулирования паровых турбин «Крона-522»** - научно производственный комплекс «КРОНА»(г.Пенза), с 1993 года разрабатывает и поставляет приборы и системы контроля на предприятия атомной и тепловой энергетики, и других отраслей.

!

Оборудование НПК Крона контролирует большой спектр электрических и электромеханических устройств и сложного технологического оборудования, начиная от автоматических выключателей и тиристоров, и вплоть до сложных технологических установок (турбогенераторы, синхронные и асинхронные двигатели и т.д.), и также различных систем безопасности, регулирования и АСУ ТП.

Большой опыт в разработке и наличие всех необходимых лицензий (ФСБ, РОСТЕХНАДЗОРа, РОССТАНДАРТа) позволяет решать задачи контроля и диагностики оборудования на различных предприятиях.

@

С полным каталогом оборудования можно ознакомиться на сайте **npk-krona.ru**. Там же Вы можете увидеть официальные отзывы заказчиков, лицензии, сертификаты, фотографии, видеоролики, статьи и многое другое.



+

НПК КРОНА готов рассмотреть и предложить решение технических задач контроля и диагностики оборудования на Вашем предприятии; для обсуждения технических вопросов готовы командировать наших специалистов.

Контактная информация:

440028, Россия, г.Пенза, пр-т Победы, 69

тел.: (841-2) 44-47-09, 44-04-89, факс: (841-2) 44-42-91

www.npk-krona.ru, email: krona@npk-krona.ru

НПК "Крона" разрабатывает и поставляет контрольно-измерительное оборудование для диагностики и контроля (поверки) отдельных компонентов силовой электроники (тиристоры, автоматические выключатели и т.д.), датчиков, преобразователей, цифро-аналоговых электронных блоков, электроприводных механизмов, а также различных агрегатов и систем регулирования и защиты.

Мы имеем большой опыт в области контрактных разработок изделий, их изготовления, поставок с дальнейшим сопровождением и обучением персонала. За последние двадцать лет специалистами НПК "Крона" разработано, изготовлено и поставлено на атомные и тепловые электростанции (России, Украины, а также строящиеся АЭС Китая, Ирана, Индии), предприятия металлургической, химической, горнодобывающей, железнодорожной, военно-промышленной и других отраслей, более двадцати пяти наименований контрольно-измерительного оборудования.

Разработки НПК "Крона" используются на всех этапах жизненного цикла оборудования: изготовление, входной/выходной контроль, пуско-наладка, эксплуатация, ремонт.



ООО Научно-производственный комплекс «КРОНА»
440028, Россия, г.Пенза, пр-т Победы, 69
тел.: (841-2) 44-47-09, 44-04-89, факс: (841-2) 44-42-91
www.npk-krona.ru, email: krona@npk-krona.ru