



Системы контроля параметров
теплоносителя КМПЦ РБМК
в период ППР

Внесены в Государственный реестр
средств измерений
Регистрационный № 43094-09
Взамен № _____

Выпускаются по техническим условиям КЦДИ.040.00.00.000 ТУ.

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Системы контроля параметров теплоносителя КМПЦ (контур многократной принудительной циркуляции) РБМК (реактор большой мощности канальный) в период ППР (планово-профилактический ремонт) (далее в тексте - СКПТ), предназначены для непрерывного измерения и контроля температуры в центральных гильзах тепловыделяющей сборки ТВС сб.49, непрерывного контроля уровня, давления и температуры теплоносителя в КМПЦ в ТК (технологический канал) во время ППР.

СКПТ обеспечивают:

- непрерывный контроль температуры в диапазоне от 0 до 300 °С в центральных гильзах ТВС сб.49 во время ППР при помощи интеллектуальных датчиков температуры ИДТ-02 (далее в тексте – ИДТ, число каналов контроля - 4 (по одному на квадрант реактора);
- непрерывный контроль уровня (значения контролируемых уровней от уровня пола центрального зала (ЦЗ) – 1150 мм, 1300 мм и 1450 мм), давления в диапазоне от минус 1,0 кгс/см² до плюс 1,5 кгс/см² и температуры теплоносителя в КМПЦ в ТК в диапазоне от 0 до плюс 300 °С во время ППР при помощи контроллера технологических параметров теплоносителя (далее в тексте - КТПТ), число каналов контроля – 2 или 4 (по одному на каждую половину реактора или по одному на квадрант реактора);
- формирование сигналов предупредительной сигнализации (ПС) при превышении уровня, давления или температуры по любому из каналов контроля значения уставки;
- представление, регистрацию и передачу информации о текущих значениях уровня, давления и температуры;
- запись в энергонезависимую память и хранение информации о параметрах теплоносителя за последние 7 суток работы с дискретностью не более 2 мин;
- передачу пакетов данных со значениями параметров по последовательному каналу во внешние устройства и системы.

По своему назначению СКПТ относится к программируемым техническим средствам ядерного приборостроения класса 4Н и удовлетворяет требованиям НП-001-97, ПНАЭ Г-1-024-90, ГОСТ Р 52931-2008.

ОПИСАНИЕ

СКПТ представляют собой комплекс аппаратно-программных средств, включающий четыре интеллектуальных датчика температуры ИДТ-02, два контроллера технологических параметров теплоносителя КТПТ-01, контроллер сбора и передачи данных КСПД, устройство индикации и регистрации УИР и комплект линий связи.

Датчики температуры интеллектуальные ИДТ-02 состоят из термопреобразователя (ТП), стакана и собственно датчика ИДТ-02 и устанавливаются в центральных гильзах ТВС сб.49.

ИДТ обеспечивают измерение температуры в гильзе ТВС и температуры внутри корпуса ИДТ (температура холодного спая), которые передаются по беспроводным оптическому (ИК) или радио (ZeegBee, 802.15-4) каналам связи или по проводной линии связи на вход КСПД.

Контроллеры технологических параметров теплоносителя КТПТ-01 состоят из контроллера со сборкой датчиков, пробки и защитного кожуха. В сборку датчиков входят термоэлектрический преобразователь и три электрода для измерения уровня теплоносителя. Сборка датчиков защищена от механических воздействий при установке и эксплуатации. Датчик давления размещается внутри корпуса контроллера. На корпусе контроллера закреплен кран свободного излива.

Конструкция КТПТ-01 обеспечивает размещение сборки датчиков (уровнемеры, ТП) в технологическом канале с использованием штатной запорной пробки.

Контроллер технологических параметров теплоносителя КТПТ-01 обеспечивает измерение температуры, давления, уровня теплоносителя и температуры внутри корпуса КТПТ-01 (температура холодного спая) передачу последовательного цифрового кода значений измеренных параметров в КСПД. Канал передачи данных от КТПТ-01 к КСПД - радиоканал или проводная линия связи.

Контроллер сбора и передачи данных КСПД располагается на стене ЦЗ в зоне доступной для обслуживания. Для работы с оптическим каналом связи используется блок выносных приемо-передатчиков БВПП, который устанавливается на перила балкона в ЦЗ таким образом, чтобы обеспечить прямую видимость всех датчиков ИДТ-02.

КСПД обеспечивает опрос и прием информации с четырех ИДТ-02 по оптическому или радиоканалам связи или по проводной линии связи, опрос и прием информации с двух КТПТ-01 по радиоканалу связи или по проводной линии связи, отображение значений температуры, давления и уровня в каналах контроля на встроенном дисплее, задание параметров термочувствительных элементов (поправочные коэффициенты НСХ) и передачу измерительной информации в устройство индикации и регистрации УИР по каналу связи RS-485.

Устройство индикации и регистрации УИР располагается на пульте «П» БЩУ-О.

УИР обеспечивает:

- прием измерительной информации от КСПД по линии информационного обмена;
- отображение температур, давления и уровней в каналах контроля на встроенном дисплее;
- задание уставок предупредительной сигнализации;
- формирование сигнала предупредительной сигнализации типа «сухой контакт» и световой сигнализации при превышении параметров в каком либо канале значения уставки или при обнаружении неисправности оборудования;
- накопление и хранение архива данных;
- передачу измерительной информации во внешние устройства по каналу связи USB.

Линии связи обеспечивают передачу данных от ИДТ и КТПТ в КСПД и передачу данных от КСПД в УИР.

Основные технические характеристики

1 В каналах измерения температуры в качестве чувствительных элементов должны использоваться кабельные термоэлектрические преобразователи с градуировками хромель-копель (ХК).

2 Функция преобразования сигнала ТП в значение температуры должна соответствовать ГОСТ Р 8.585-2001.

3 Общее количество каналов контроля температуры – 6 или 8.

4 Диапазон измеряемой температуры 0...300 °С. Пределы допускаемой основной систематической абсолютной погрешности каналов измерения температуры ± 3 °С.

5 Абсолютный статистический шум d_T (максимальное абсолютное значение отклонения измеренного значения от среднего) в выходном сигнале температуры $\pm 0,5$ °С.

6 Пределы дополнительной систематической абсолютной погрешности каналов измерения температуры от изменения температуры окружающей среды ИДТ и КТПТ в рабочем диапазоне ± 3 °С.

7 Диапазон измеряемого давления от минус 1,0 кгс/см² до плюс 1,5 кгс/см². Пределы допускаемой основной систематической абсолютной погрешности каналов измерения давления $\pm 0,01$ кгс/см².

8 Абсолютный статистический шум d_P (максимальное абсолютное значение отклонения измеренного значения от среднего) в выходном сигнале давления $\pm 0,005$ кгс/см².

9 Пределы дополнительной систематической абсолютной погрешности каналов измерения давления от изменения температуры окружающей среды КТПТ в рабочем диапазоне температур $\pm 0,01$ кгс/см².

10 УИР содержит календарь и часы, которые обеспечивают отсчет времени с дискретностью 1 с и календарной даты.

11 Пределы относительной погрешности канала отсчета времени $\pm 0,01$ %.

12 Значения контролируемых уровней от уровня пола ЦЗ – 1150 мм, 1300 мм и 1450 мм.

13 Пределы абсолютной погрешности контролируемых уровней обеспечиваются конструктивно и не превышают ± 10 мм.

14 СКПТ формирует сигнал предупредительной сигнализации (ПС) путем замыкания/размыкания «сухого контакта» реле и световой индикации при превышении уровня, давления или температуры по любому из каналов контроля порогового значения, задаваемого:

- в рабочем диапазоне температур от 100 до 300 °С с гистерезисом на снятие сигнала ПС в 3 °С;

- в рабочем диапазоне давлений от 1,0 кгс/см² до плюс 1,5 кгс/см² с гистерезисом на снятие сигнала ПС в 0,015 кгс/см² °С;

- при падении/повышении уровня теплоносителя ниже уровня пола ЦЗ на 1150 мм, 1300 мм и 1450 мм;

15 СКПТ обеспечивает диагностику каналов контроля и формирование сигнала ПС при отказах каналов контроля и пропадании питания. Система не оказывает влияния на работу систем управления и защиты и других систем, важных для безопасности.

16 Контакты реле рассчитаны на напряжение 12 В, ток 0,1 А.

17 Длина линии информационного обмена между КСПД и УИР не более 400 м; тип интерфейса в линии связи - RS-485; скорость передачи данных до 250 Кбод.

18 Порты связи RS-485 гальванически развязаны друг от друга и от общей точки сборочных единиц (КСПД и УИР).

19 Электрическая прочность изоляции:

- цепи питания КСПД и УИР относительно клеммы заземления должны выдерживать в течение 1 мин действие испытательного напряжения 1500 В при нормальных условиях;

- сигнальных цепей КСПД и УИР относительно клеммы заземления должны выдерживать в течение 1 мин действие испытательного напряжения 500 В при нормальных условиях.

20 Электрическое сопротивление изоляции между токопроводящими цепями в блоках комплекса, а также между токоведущими цепями и корпусом при нормальных климатических условиях эксплуатации должно быть не менее 5 МОм для цепей с рабочим напряжением до 100 В и 20 МОм для цепей с рабочим напряжением до 500 В.

21 Питание ИДТ осуществляется от двух литиевых батарей типа SL-560/P и обеспечивает работоспособность в течение 1 месяца.

22 Питание КТПТ-01 осуществляется от литиевой батареи типа SL-2780 и обеспечивает работоспособность в течение 1 месяца. Питание КТПТ-01 при работе с проводной линией связи осуществляется от КСПД.

23 Питание КСПД и УИР осуществляется от сети переменного напряжения 220^{+22}_{-33} В с частотой питающего напряжения (50 ± 1) Гц. Потребляемая мощность КСПД и УИР не превышает 10 ВА.

24 Время установления рабочего режима изделия не более 5 мин.

25 Изделие допускает длительную непрерывную работу отрезками до 2500 часов (в этот период допускается замена элементов питания).

26 Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающей среды $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха $(30 \dots 80)\%$;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа;
- напряжение питающей сети $220 \text{ В} \pm 5\%$, частота (50 ± 1) Гц;
- внешние магнитные поля частотой 50 Гц напряженностью до 40 А/м;
- агрессивные газы и пары отсутствуют.

27 Рабочие условия эксплуатации

27.1 Рабочие условия эксплуатации для КСПД, УИР, ЛИО:

- температура воздуха, $^\circ\text{C}$от $+5$ до $+50$
- относительная влажность при 35°C , %.....до 70
- агрессивные газы и пары отсутствуют.

27.2 Рабочие условия эксплуатации для термоэлектрического преобразователя и пакета датчиков КТПТ:

- температура воздуха, $^\circ\text{C}$от 0 до $+300$
- относительная влажность при 60°C , %.....до 90
- агрессивные газы и пары отсутствуют.

27.3 Рабочие условия эксплуатации для ИДТ-02, КТПТ-01 и ЛС:

- температура воздуха, $^\circ\text{C}$от $+5$ до $+85$
- относительная влажность при 60°C , %.....до 80
- агрессивные газы и пары отсутствуют.

28 Составные части СКПТ стойкие к воздействию атмосферного давления по группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931-2008.

29 Термоэлектрические преобразователи выдерживают плотность потока нейтронов ($E=1 \text{ МэВ}$) до 1×10^9 нейтр./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$, плотность гамма-излучения ($E < 6 \text{ МэВ}$) до 1×10^{11} ед./ $(\text{см}^2 \cdot \text{с})$.

30 По защищенности от воздействия окружающей среды составные части СКПТ соответствуют степени защиты по ГОСТ 14254-96:

- ИДТ-02 с термоэлектрическим преобразователем, КТПТ-01 – не ниже IP54.
- КСПД, УИР и БВПП – не ниже IP20.

31 По стойкости к механическим воздействиям составные части СКПТ выполнены прочными к синусоидальной вибрации с параметрами группы L1 по ГОСТ Р 52931-2008.

32 По устойчивости к помехам изделие соответствует требованиям ГОСТ Р 50746-2000 для группы исполнения III с критерием качества В и требованиям ГОСТ Р 51856-2000 для класса средства радиосвязи 1 с критерием качества функционирования В.

33 ИДТ и КТПТ сейсмостойки при землетрясении 7 баллов МРЗ по шкале MSK-64 и относятся к группе А по способу монтажа. По условиям сейсмостойкости ИДТ и КТПТ удовлетворяют требованиям категории I НП-031-01 и сохраняют работоспособность для условий установки на отметке 30 - 50 м от нулевой отметки. На остальные составные части изделия требования по сейсмостойкости не устанавливаются (III-я категория сейсмостойкости).

34 Изделие допускает дезактивацию растворами согласно ГОСТ 29075-91.

35 Средняя наработка СКПТ на отказ не менее 10^3 ч.

36 Среднее время восстановления рабочего состояния СКПТ:
- не более 1 ч в случае отказа электронных средств СКПТ;
- не более 6 ч в случае необходимости замены ТП ИДТ, пакета датчиков КТПТ или ЛИО (при наличии такой возможности по условиям работы РУ).

37 Срок службы СКПТ не менее 12 лет.

38 В случае отказа изделия восстановление его работоспособности обеспечивается заменой вышедшего из строя блока на аналогичный. При отказе ИДТ требуется его замена на резервный.

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа средств измерений наносится на титульном листе Руководства по эксплуатации КЦДИ.040.00.00.000 РЭ типографским способом, а также на лицевых панелях или шильдиках ИДТ-02, КТПТ-01, КСПД и УИР.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки СКПТ соответствует требованиям таблицы 1.

Таблица 1

Наименование и обозначение изделия	Количество в исполнении			
	КЦДИ.040.00.00.000	-01	-02	-03
Датчик температуры интеллектуальный ИДТ-02 с термоэлектрическим преобразователем КЦДИ.040.01.00.000	4	-	4	-
Датчик температуры интеллектуальный ИДТ-02 с термоэлектрическим преобразователем КЦДИ.040.01.00.000-01	-	4	-	4
Контроллер технологических параметров теплоносителя КТПТ-01 КЦДИ.040.05.00.000	2	-	2	-
Контроллер технологических параметров теплоносителя КТПТ-01 КЦДИ.040.05.00.000-01	-	2	-	4
Контроллер сбора и передачи данных КСПД КЦДИ.040.02.00.000	1	-	1	-
Контроллер сбора и передачи данных КСПД КЦДИ.040.02.00.000-01	-	1	-	1
Блок выносных приемо-передатчиков КЦДИ.040.04.00.000	1	-	1	-
Выносной приемо-передатчик КЦДИ.040.04.00.000-01	-	-	2	-
Устройство индикации и регистрации УИР КЦДИ.040.03.00.000	1	1	1	1
Система контроля температуры в ТК реакторов РБМК Руководство по эксплуатации КЦДИ.040.00.00.000 РЭ	1	1	1	1
Система контроля температуры в ТК реакторов РБМК Формуляр КЦДИ.040.00.00.000 ФО	1	1	1	1
ПО «Контроль технологических параметров теплоносителя» 460.32437879.00036	1	1	1	1

Номенклатура, конструкция и способы прокладки комплекта линий связи определяются при разработке проекта привязки оборудования.

ПОВЕРКА

Поверка СКПТ проводится в соответствии с документом «Системы контроля параметров теплоносителя КМПС РБМК в период ППР. Методика поверки. КЦДИ.040.00.00.000 ПМ1» согласованной «25» декабря 2009 г. ФГУП «ВНИИМС».

Основные средства поверки:

- печь для термопар ТС-02 (погрешность установления температуры $\pm(0,3+0,005 \cdot t)$ °С); преобразователь сопротивления ЭТС-100 (погрешность измерения $\pm 0,07$ °С); вторичный преобразователь типа МИТ8.10 (погрешность измерения $\pm(0,004+10^{-5} \cdot t)$ °С); В7-40 (базовая погрешность $\pm 0,05\%$); термос с льдо-водяной смесью; радиосигналы точного времени; манометр образцовый МО-1227 с пределом измерения 1,6 кгс/см² (кл.т. 0,15); манометр образцовый МО-1227 с пределом измерения 10 кгс/см² (кл.т.

времени; манометр образцовый МО-1227 с пределом измерения $1,6 \text{ кгс/см}^2$ (кл.т. 0,15); манометр образцовый МО-1227 с пределом измерения 10 кгс/см^2 (кл.т. 0,25); вакуумметр образцовый ВО-1227 с пределом измерения $-1,0 \text{ кгс/см}^2$ (кл.т. 0,15); испытательный стенд КЦДИ.040.10.00.100; мотор-компрессор типа СК-100 Н5-02. Межповерочный интервал - 1 год.

НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ Р 52931-2008. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

ГОСТ 14254-96. Степени защиты обеспечиваемые оболочками (код IP).

ГОСТ 29075-91. Системы ядерного приборостроения для атомных станций. Общие требования.

ГОСТ Р 50746-2000. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Технические требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 51856-2001. Совместимость технических средств электромагнитная. Средства радиосвязи малого радиуса действия, работающие на частотах от 3 кГц до 400 ГГц. Требования и методы испытаний.

ГОСТ Р 8.585-2001. ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования.

ГОСТ Р 8.596-2002. ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.

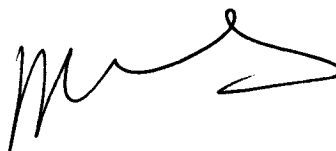
НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип систем контроля параметров теплоносителя КМПЦ РБМК в период ППР утверждён с техническими и метрологическими характеристиками, приведёнными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации согласно государственной поверочной схеме.

Изготовитель: НУ Институт прикладных информационных технологий (НУ ИПИТ),
115409, Москва, Каширское шоссе, д.31;

Генеральный директор
НУ ИПИТ



В.И. Абрамов