ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированные СИПИ-М

Назначение средства измерений

Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированные СИПИ-М (далее - системы СИПИ-М) реакторов большой мощности канальных (далее - РБМК) предназначены для:

– измерений внутреннего диаметра канала;

– измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости;

– измерений угла между меткой направления центральной оси реактора и риской зонда;

– измерений угла поворота зонда относительно его начального положения;

– измерений глубины положения зонда относительно высотных отметок реакторной установки;

– определения диаметра вписанной, диаметра описанной окружности канала (эллиптичность);

– определения отклонения действительной оси канала от номинальной оси канала по осям X и Y;

– определения стрелы прогиба действительной оси канала;

– определения азимутального угла стрелы прогиба канала относительно центральной оси реакторной установки;

– определения радиуса кривизны канала.

Описание средства измерений

Принцип работы систем СИПИ-М заключается в проведении измерений параметров каналов в процессе перемещения зонда измерительного ЗИ-СИПИ-М (далее - зонд) по контролируемому каналу.

Для проведения контроля зонд загружается в контролируемый канал. Перед загрузкой зонда на контролируемый канал устанавливается самоцентрирующееся устройство для транзитной доставки зонда в зону контроля СИПИ-М каналов РБМК (далее - самоцентрирующееся устройство для ТК) или самоцентрирующееся устройство для транзитной доставки зонда в зону контроля СИПИ-М каналов СУЗ РБМК (далее - самоцентрирующееся устройство для СУЗ) в зависимости от типа канала. На самоцентрирующееся устройство устанавливаются устройство для дезактивации. Зонд устанавливается в трубу направляющую устройства загрузочного УЗ-СИПИ-М, которое стыкуется с устройством для дезактивации. Перед загрузкой зонда в канал измеряется угол между меткой направления центральной оси реактора и риской зонда. Зонд оснащен щупами с датчиками, расположенными в верхнем и нижнем блоках центраторов зонда БЦВ-СИПИ-М и БЦН-СИПИ-М, которые, посредством контакта с внутренней поверхностью канала, позволяют определить действительное значение внутреннего диаметра канала, положение его действительной оси в текущем сечении.

Зонд перемещается вниз, а затем вверх, при этом осуществляются измерения внутреннего диаметра канала, угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости, а также угла поворота зонда относительно его начального положения и глубины положения зонда в канале.

Внешний вид основного оборудования систем СИПИ-М приведен на рисунках 1 и 2.

Системы СИПИ-М включают в себя следующие группы оборудования, разделяемые по функциональному назначению:

– устройство загрузочное УЗ-СИПИ-М (далее УЗ-СИПИ-М);

- самоцентрирующееся устройство для ТК;
- самоцентрирующееся устройство для СУЗ;
- устройство для дезактивации ТК;
- аппарат высокого давления с вентилем;
- адаптер с защитным отключением УЗО-ДПА16;
- оборудование передающей части в составе:
  - зонд;
- оборудование приемной части в составе:
  - блок питания и управления БПУ-СИПИ-М (далее БПУ-СИПИ-М);
  - блок системный компьютера архивирующего и управляющего БСКАУ-СИПИ-М;
  - монитор;
  - манипулятор «мышь»;
  - фильтр сетевой;
  - источник бесперебойного питания;
  - линии связи в составе:
  - кабель соединительный зонда КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л) ((далее кабель КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л));
  - жгут монтажный общий ЖМО-СИПИ;
  - кабель питания К-С450 (из состава УЗ-СИПИ-М);
  - кабель соединительный К-С109-2;
  - кабель питания К-С221Н;
  - кабель питания К-С220А;
  - кабель питания (из состава монитора);
  - кабель DVI (из состава монитора).

УЗ-СИПИ-М используется для загрузки зонда в контролируемый канал и выгрузки из канала.

УЗ-СИПИ-М состоит из:

- барабана кабельного БК-СИПИ-М, предназначенного для намотки и размотки кабеля КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л);
- блока ввода и защиты БВЗ-СИПИ, предназначенного для питания привода подъема зонда;
- узла лазера, предназначенного для определения углового положения зонда относительно центральной оси реактора;
- привода подъема зонда ППЗ-СИПИ, обеспечивающего его подъем;
- датчика верхнего положения зонда, позволяющего определять его верхнее положение;
- датчика подъема зонда ДПЗ-СИПИ, предназначенного для измерений глубины положения зонда в канале.

Устройство для дезактивации ТК предназначено для проведения дезактивации зонда и кабеля КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л). Устройство для дезактивации ТК предварительно устанавливается на самоцентрирующееся устройство для ТК (СУЗ), а затем стыкуется с УЗ-СИПИ-М. При подъеме зонда при прохождении его через устройство для дезактивации ТК осуществляется дезактивация зонда путем одновременной подачи воды и воздуха из форсунок, расположенных в два ряда параллельно друг другу. Вода в устройство для дезактивации ТК подается под давлением, создаваемым аппаратом высокого давления. Сжатый воздух поступает в устройство для дезактивации от воздушной магистрали.

Оборудование передающей части системы СИПИ-М представляет собой зонд. Он предназначен для проведения измерений. Зонд состоит из:

- узла стыковочного УС-СИПИ-М, предназначенного для соединения зонда с УЗ-СИПИ-М с помощью кабеля КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л);

- двух блоков центраторов (верхнего БЦВ-СИПИ-М и нижнего БЦН-СИПИ-М), предназначенных для измерений внутреннего диаметра канала. Блоки центраторов включают в себя по пять датчиков центратора ДЦ-СИПИ;
- блока датчиков наклона (верхнего БДНВ-СИПИ-М и нижнего БДНН-СИПИ-М), предназначенных для измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости. Блок датчиков наклона (верхний БДНВ-СИПИ-М и нижний БДНН-СИПИ-М) состоит из двух датчиков угла наклона электролитических и датчика температуры;
- датчика поворота ДП-СИПИ-М, предназначенного для измерений угла поворота зонда относительно его начального положения при скручивании кабеля, на котором висит зонд. Датчик поворота ДП-СИПИ-М состоит из гироскопа свободного и датчика температуры.

По степени защиты оболочек оборудование передающей части систем соответствует IP68, оборудование приемной части систем соответствует IP20 по ГОСТ 14254.

Сигналы с датчиков зонда передаются по кабелю КСЗ-СИПИ-Л-М (КСЗ-СИПИ-Л) в УЗ-СИПИ-М, которое обеспечивает их первичную обработку.

БПУ-СИПИ-М предназначен для формирования питающих напряжений УЗ-СИПИ-М и зонда.

Связь между различными группами оборудования систем СИПИ-М осуществляется посредством кабелей. По кабелям передаются питающие напряжения, управляющие и информационные сигналы, необходимые для работы систем СИПИ-М.



Рисунок 1 – Внешний вид зонда



Рисунок 2 – Внешний вид УЗ-СИПИ-М

Программное обеспечение

Системы СИПИ-М поддерживают возможность работы с автономным программным комплексом «Система измерения пространственных искривлений ТК и КСУЗ v.2.0» (далее комплексом). Комплекс устанавливается на персональный компьютер под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows и предназначен для:

- настройки систем СИПИ-М;
- сбора и обработки данных;
- визуализации результатов контроля;
- создания баз данных (далее БД) контроля.

Комплекс включает в себя следующие программы:

- «Программа измерения пространственных искривлений каналов v.2.0»;
- «Программа заполнения базы данных v.2.0»;
- «Программа калибровки v.2.1»;
- «Программа контроллера зонда v.2.0», которая является встроенным программным продуктом.

Программное обеспечение «Система измерения пространственных искривлений ТК и КСУЗ v.2.0» соответствует уровню защиты «А» от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения
Программа измерения пространственных искривлений каналов	SCMApp_M.exe AbsoluteEncoder.dll Dk2DChart.dll Dk2DGraph.dll DkCore.dll DkGUICore.dll DkGUIUtil.dll DkInteract.dll DkUtil.dll ERMA_SSI.dll GUIPanels.dll libmodbus.dll libpgtypes.dll libpq.dll libpqxx.dll ReactorCellMeasurement.dll ReactorCellResultsView.dll ReactorMapView.dll SCMCore.dll ScmExternDialogs.dll SCMModelView.dll SignalProcessor.dll TestPanel.dll XListCtrl.dll	2.0	69ee1c87b9c571dae3a60e5bd9e2ee68 (SCMApp_M.exe) 5aec3b1b15248a61f24764e2684cb0e2 (AbsoluteEncoder.dll) 169f6011e2ce57435b584733fc7c81c3 (Dk2DChart.dll) 77eafffc6d8b8f1733707438def03adf (Dk2DGraph.dll) 64054d1d1e7f2fa5d6d4853f8ed5f212 (DkCore.dll) ce3a061f66a4a818dad9eba86dfddd9c (DkGUICore.dll) 9015c1ca12e69b03acb7793e0f2db948 (DkGUIUtil.dll) 233450cb9333a1ee14dac7d422e8e6a8 (DkInteract.dll) e897e4c46dbd88ac0fe285c0390c97be (DkUtil.dll) 0247e066b40635d403ec9df4a1c15dab (ERMA_SSI.dll) fa9cf3f4f5d2ce9de769bb399e9f9b9b (GUIPanels.dll) d33f3cc446642ff40ba6b07ab59143b9 (libmodbus.dll) 6924eb991a2c214c728c519d0fd3e6e1 (libpgtypes.dll) c2c373724ec36b839f47ecd7f115342f (libpq.dll) e6c3595e2b731c49300e13b5a82814e1 (libpqxx.dll) 0740ebc1df9b71b845eaa4b7778dbefa (ReactorCellMeasurement.dll) 0c4c3965d6791f91eaf296ffefeeb4be (ReactorCellResultsView.dll) b9fef85c703010450ce5e7cc6bcdf73e (ReactorMapView.dll) b6e33f2440012b9420c0e55c15b15e96 (SCMCore.dll) 8d10f9936e4ea3fdbcc6c2cde9982b95 (ScmExternDialogs.dll) 43122f05a47cc024d718e88d792fc4ff (SCMModelView.dll) 7fe8d61197aeef43cf9a9a82afc7a0d2 (SignalProcessor.dll) 63f187aa2522a20590f245c79b0ea873 (TestPanel.dll) a6a012d8f77967bd0a48f76765db3a2a (XListCtrl.dll)	MD5
Программа заполнения базы данных	FillDBTool.exe	2.0	f529b5a8c73449cc9e3a47dc176b5d46 (FillDBTool.exe)	MD5
Программа калибровки	CalibrationApp_M.exe	2.1	64b81a2d6b25931f687cc06882dd4822 (CalibrationApp_M.exe)	MD5

Программа контроллера зонда	ПО «Программа контроллера зонда»	2.0	-*	-

* - цифровой идентификатор не вычисляется, так как программное обеспечение зашивается в контроллер на стадии разработки и не может быть изменено.

При нормировании метрологических характеристик было учтено влияние программного обеспечения.

Метрологические и технические характеристики

1. Диапазоны измерений и пределы допускаемых погрешностей измерений в статическом и динамическом* режиме при максимальной угловой скорости наклона зонда 1,15 градус/с и максимальной угловой скорости поворота зонда 10 градус/с при нагревании зонда от 20 °С до 70 °С приведены в таблице 2.

Примечание – *Под динамическим режимом понимается режим наклона и поворота зонда по синусоидальному закону при изменении температуры зонда.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерений внутреннего диаметра канала, мм	от 79 до 88
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений внутреннего диаметра канала, мм	±0,05
Диапазон измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости, градус	±10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости, в поддиапазоне от -3° до +3°, минуты Пределы допускаемой относительной погрешности измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости, в поддиапазонах свыше -3° до -10° и свыше +3° до +10°, %	±5 ±3
Диапазон измерений угла между меткой* направления центральной оси реактора** и риской зонда, градус	от -170 до +180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла между меткой направления центральной оси реактора и риской зонда, градус	±0,5
Диапазон измерений угла поворота зонда относительно его начального положения, градус	±50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла поворота зонда относительно его начального положения, градус	±4,5
Диапазон измерений глубины положения зонда, мм	от 0*** до 17600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины положения зонда в поддиапазоне от 0 до 1000 мм, мм	±10
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений глубины положения зонда в поддиапазоне свыше 1000 до 17600 мм, %	±0,5
Примечания: * - метка направления центральной оси реактора устанавливается по оси каждого ряда контролируемых каналов; ** - центральная ось реактора совпадает с осью Y системы координат реакторной установки;	

Наименование параметра	Значение
*** - За «0» принимается уровень пола центрального зала РУ. Измеренные значения привязываются к высотным отметкам реакторной установки.	

2. По измеряемым параметрам (таблица 2) определяются расчетные параметры технологических каналов и каналов системы управления и защиты с погрешностью, соответствующей аттестованной методике измерений пространственного искривления технологических каналов и каналов СУЗ реакторов РБМК, ИТЦЯ.463439.114-01 Д1 № 437/2022-(01.00250-2008)-2013.
3. Максимальная скорость перемещения зонда внутри канала составляет 100 мм/с.
4. Масса и габаритные размеры приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование составной части систем СИПИ-М	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
Устройство загрузочное УЗ-СИПИ-М	1540×2080×2600	220,00
Зонд измерительный ЗИ-СИПИ-М	Ø91×1350	30

5. Параметры электропитания

Питание устройства загрузочного УЗ-СИПИ-М осуществляется от трехфазной сети переменного тока с напряжением 380^{+10}_{-20} В и частотой (50 ± 1) Гц с глухо-заземленной нейтралью.

Питание остальных частей систем СИПИ-М осуществляется от однофазной сети переменного тока с напряжением 220^{+22}_{-33} В и частотой (50±1) Гц с глухо-заземленной нейтралью.

Мощность, потребляемая устройством загрузочным УЗ-СИПИ-М по сети 380 В 50 Гц не более 2 кВт.

Потребляемая мощность остальных частей систем СИПИ-М не более 4,7 кВт.

6. Условия окружающей среды во время эксплуатации:

1) для оборудования передающей части системы СИПИ-М (зонд):
   - рабочая среда — вода или воздух;
   - диапазон температуры рабочей среды, °С — от плюс 20 до плюс 70;
   - максимальная скорость изменения температуры рабочей среды, °С/мин — 5;
   - диапазон атмосферного давления, кПа — от 84 до 106;
   - рабочее давление воды, кПа, не более — 200;
   - мощность ионизирующего излучения, рад/ч, не более — $3{,}2\cdot10^{5}$;
2) для оборудования приемной части системы СИПИ-М:
   - рабочая среда — воздух;
   - диапазон температуры рабочей среды, °С — от плюс 20 до плюс 35;
   - относительная влажность при плюс 25 °С, %, не более — 80;
   - диапазон атмосферного давления, кПа — от 84 до 106.

7. Показатели надежности

Ресурс систем СИПИ-М (с учетом радиационного ресурса) составляет не менее 500 измерений с учетом комплекта запасных частей, инструмента и принадлежностей.

Производительность, количество измерений в течение одной рабочей смены (7 ч), не менее 25.

Средний срок службы 5 лет.
Средняя наработка на отказ с учетом технического обслуживания 100 ч.

Знак утверждения типа

Знак утверждения наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом и в виде наклейки на блок питания и управления БПУ-СИПИ-М.

Комплектность средства измерений

Комплектность приведена в таблице 4.

Таблица 4

Обозначение конструкторского документа	Наименование изделия (составной части, документа)	Кол-во, шт.
ИТЦЯ.483344.002	Устройство загрузочное УЗ-СИПИ-М	1
ИТК-20.50.00	Устройство для дезактивации ТК	1
ИТК-00.10.00	Аппарат высокого давления с вентилем	1
–	Адаптер с защитным отключением УЗО-ДПА16	2
	Оборудование передающей части	
ИТЦЯ.468224.004	Зонд измерительный ЗИ-СИПИ-М, включая:	1[1)]
–	гироскоп свободный-	1
–	электролитический датчик угла наклона	4
–	преобразователь индуктивный	10
	Оборудование приемной части	
ИТЦЯ.468367.190	Блок питания и управления БПУ-СИПИ-М	1
ИТЦЯ.467419.012	Блок системный компьютера архивирующего и управляющего БСКАУ-СИПИ-М	1
–	Монитор	1
–	Клавиатура	1
–	Манипулятор «мышь»	1
–	Фильтр сетевой	1
–	Источник бесперебойного питания	1
	Линии связи	
ИТЦЯ.685631.265	Кабель соединительный зонда КСЗ-СИПИ-Л[2)]	1
ИТЦЯ.685631.265-01	Кабель соединительный зонда КСЗ-СИПИ-Л-М[2)]	1
ИТЦЯ.685692.003	Жгут монтажный общий ЖМО-СИПИ	1
ИТЦЯ.685621.010-02	Кабель соединительный К-С109-2	1
ИТЦЯ.685669.059	Кабель питания К-С450[3)]	1
ИТЦЯ.685631.015	Кабель питания К-С221Н	2
ИТЦЯ.685631.147	Кабель питания К-С220А	1
□	Кабель DVI[4)]	1
□	Кабель питания[4)]	1
	Запасные части, инструмент, приспособления и средства измерений	
ИТЦЯ.463963.552	Комплект запасных частей[5)]	1 компл.
ИТЦЯ.463964.110	Комплект инструмента и принадлежностей[5)]	1 компл.
ИТЦЯ.401234.001	Стенд измерительный[6)]	1
ИТК-01.35.00	Самоцентрирующееся устройство для транзитной доставки зонда в зону контроля СИПИ каналов РБМК	1
ИТК-01.36.00	Самоцентрирующееся устройство для транзитной доставки зонда в зону контроля СИПИ каналов СУЗ РБМК	1
	Программное обеспечение	
ИТЦЯ.40057-01	Программный комплекс «Система измерения	1 компл.

Обозначение конструкторского документа	Наименование изделия (составной части, документа)	Кол-во, шт.
	пространственных искривлений ТК и КСУЗ v.2.0»[7)]	
	Эксплуатационная документация	
–	Комплект эксплуатационных документов[8)]	1 компл.
МП 2512-0011-2013	Методика поверки	1
ИТЦЯ.463439.114-01 Д1 № 437/2022-(01.00250-2008)-2013	Методика измерений пространственного искривления технологических каналов и каналов СУЗ реакторов РБМК	1

Примечания

1) Количество определяется договорами поставки.
2) Тип поставляемого кабеля определяется договором поставки. Кабель поставляется намотанным на барабан.
3) Из состава устройства загрузочного УЗ-СИПИ-М.
4) Из состава монитора.
5) В соответствии с ведомостью запасных частей, инструментов и принадлежностей ИТЦЯ.463439.114-01 ЗИ.
6) Поставляется по отдельному договору.
7) В соответствии с ведомостью эксплуатационных документов ИТЦЯ.40057-02 20 01.
8) В соответствии с ведомостью эксплуатационных документов ИТЦЯ.463439.114-01 ВЭ.

Поверка

осуществляется по документу МП 2512-0011-2013 «Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированные СИПИ-М. Методика поверки», разработанному и утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им.Д.И. Менделеева» в июле 2013 г.

Основные средства поверки- стенд измерительный (номер в Г.р. 49937-12); теодолит оптический Geobox OT-05 (номер в Г.р. 40186-08);рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений приведена в документах:

«Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированные СИПИ-М. Руководство по эксплуатации. ИТЦЯ.463439.114-01 РЭ», 2013 г.;

Методика измерений пространственного искривления технологических каналов и каналов СУЗ реакторов РБМК, ИТЦЯ.463439.114-01 Д1 № 437/2022-(01.00250-2008)-2013.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированным СИПИ-М

«Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты модернизированные СИПИ-М. Технические условия. ИТЦЯ.463439.114-01 ТУ».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

осуществление производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта.

Изготовитель

ЗАО «Диаконт»
Юридический адрес: 198903, Санкт-Петербург, Петродворец, Ропшинское шоссе, д. 4
Почтовый адрес: 195274, Санкт-Петербург, ул. Учительская, д. 2
Телефон: (812) 334-00-81, 592-62-35
Факс: (812) 592-62-65
E-mail: diakont@diakont.com

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19
Телефон: (812) 251-76-01
Факс: (812) 713-01-14
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30001-10 от 20.12.2010 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии Ф.В. Булыгин

«___»_____2013 г.

М.п.