

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты

Назначение средства измерений

Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты (далее системы СИПИ) 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 отметки «0»;
- 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 заключается в проведении телевизионного визуального осмотра и измерений параметров каналов в процессе перемещения зонда измерительного ЗИ-СИПИ (далее - зонд) по контролируемому каналу.

Для проведения измерений и визуального телевизионного контроля зонд загружается в контролируемый канал. Перед загрузкой зонда на контролируемый канал устанавливается устройство для дезактивации. Зонд устанавливается в узел калибровочный УК-СИПИ устройства загрузочного УЗ-СИПИ, которое стыкуется с устройством для дезактивации. Перед загрузкой зонда в канал измеряется угол между меткой направления центральной оси реактора и риской зонда. При перемещении зонда вниз формируется изображение внутренней поверхности контролируемого канала с помощью камеры телевизионной D-40М. В статическом режиме формируется цветное изображение, в динамическом – черно-белое. Сигнал с камеры телевизионной D-40М передается для преобразования в цифровую форму. При перемещении зонда вверх 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 относительно отметки «0».

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

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

- устройство загрузочное УЗ-СИПИ (далее УЗ-СИПИ);
- устройство для дезактивации;
- аппарат высокого давления с вентилем;
- адаптер с защитным отключением УЗО-ДПА16 «ЛЕК»;
- оборудование передающей части в составе:
 - зонд;
- оборудование приемной части в составе:
 - блок питания и управления БПУ-СИПИ (далее БПУ-СИПИ);

- блок телевизионной системы БТС-А40А (далее БТС-А40А);
- блок системный компьютера архивирующего и управляющего БСКАУ-СИПИ;
- мониторы;
- манипулятор «мышь»;
- фильтр сетевой;
- линии связи в составе:
 - кабель соединительный зонда КСЗ-СИПИ (далее кабель КСЗ-СИПИ);
 - кабель питания и передачи данных КПД-СИПИ;
 - кабель камерный K-SK40R;
 - кабель соединительный K-C102-2;
 - кабель соединительный K-S40R;
 - кабель соединительный K-C109-2;
 - кабель соединительный BCL4102 «Bandridge»;
 - кабели питания CEEE22 soket-Schuko Plug;
 - кабели DVI.

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

- барабана кабельного БК-СИПИ, предназначенного для намотки и размотки кабеля КСЗ-СИПИ;
- блока питания привода БПП-СИПИ, предназначенного для питания привода подъема зонда ППЗ-СИПИ;
- узла калибровочного УК-СИПИ, оснащенного лазером (класс 3R по ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009) и градуировочной шкалой, используемыми для измерений угла между меткой направления центральной оси реактора и рисксой зонда;
- 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 предназначено для проведения дезактивации зонда и кабеля КСЗ-СИПИ. Устройство для дезактивации предварительно устанавливается на канал, а затем стыкуется с УЗ-СИПИ. При подъеме зонда при прохождении его через устройство для дезактивации осуществляется дезактивация зонда путем одновременной подачи воды и воздуха из форсунок, расположенных в два ряда параллельно друг другу. Вода в устройство для дезактивации подается под давлением, создаваемым аппаратом высокого давления. Сжатый воздух поступает в устройство для дезактивации от воздушной магистрали.

Оборудование передающей части системы СИПИ представляет собой зонд. Он предназначен для обеспечения телевизионного визуального осмотра внутренней поверхности канала и проведения измерений. Зонд состоит из:

- телевизионной камеры D-40M, обеспечивающей формирование черно-белого изображения стенок контролируемого канала;
- узла стыковочного УС-СИПИ, предназначенного для соединения зонда с УЗ-СИПИ с помощью кабеля КСЗ-СИПИ;
- двух блоков центраторов (верхнего БЦВ-СИПИ и нижнего БЦН-СИПИ), предназначенных для измерений внутреннего диаметра канала. Блоки центраторов включают в себя по пять преобразователей индуктивных модели М-023-04;
- блока датчиков наклона БДН-СИПИ, предназначенного для измерений угла наклона оси канала относительно вертикали в плоскости, проходящей через риску зонда, и в ортогональной плоскости. Блок датчиков наклона БДН-СИПИ состоит из двух датчиков угла наклона электролитических SX-070D-LIN и датчика температуры;
- датчика поворота ДП-СИПИ, предназначенного для измерений угла поворота зонда относительно его начального положения при скручивании кабеля, на котором висит зонд. Датчик поворота ДП-СИПИ состоит из гироскопа свободного ГИС-1Вр и датчика температуры.

Сигналы с датчиков зонда передаются по кабелю КСЗ-СИПИ в УЗ-СИПИ, которое обеспечивает их первичную обработку. С УЗ-СИПИ телевизионный сигнал поступает на блок системный компьютера архивирующего и управляющего БСКАУ-СИПИ и БТС-А40А.

БТС-А40А осуществляет формирование сигналов управления и напряжений питания для телевизионной камеры D-40М, а также обработку телевизионного сигнала.

БПУ-СИПИ предназначен для формирования питающих напряжений УЗ-СИПИ и зонда, а также для преобразования и обработки телевизионных сигналов от телевизионной камеры D-40М.

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



Рисунок 1 – Внешний вид зонда



Рисунок 2 – Внешний вид УЗ-СИПИ

Программное обеспечение

Системы СИПИ поддерживают возможность работы с автономным программным комплексом «SCM v.1.0.0» (далее комплексом). Комплекс устанавливается на персональный компьютер под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows и предназначен для:

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

Комплекс включает в себя следующие программы:

- измерения пространственных искривлений каналов v.1.0;
- заполнения БД;
- контроллера зонда.

Программное обеспечение «SCM v.1.0.0» 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
1	2	3	4	5
Программа измерения пространственных искривлений каналов v.1.0	SCMApp.exe Dk2DChart.dll Dk2DGraph.dll DkCore.dll DkGUICore.dll DkGUIUtil.dll DkInteract.dll DkUtil.dll GUIPanels.dll libmodbus.dll libpgtypes.dll libpq.dll libpqxx.dll ReactorCellMeasurement.dll ReactorCellResultsView.dll ReactorMapView.dll SCMCore.dll SCMModelView.dll SignalProcessor.dll TestPanel.dll VideoView.dll XListCtrl.dll SharedMemoryGrabber.dll	1.0	15e464eb4e40170303bf7ab71491255e (файл SCMApp.exe) 8e2a36be546bbfb8b53c202bc247b5c1 (файл Dk2DChart.dll) 7340e0f559d2a5e94818a045d83607c6 (файл Dk2DGraph.dll) 6e475f5e4015daed85332fd7c0e1218a (файл DkCore.dll) f31a7be881156b4a0d31f5d3b753d9ac (файл DkGUICore.dll) 789596f3887e1c1eb2751ed723057402 (файл DkGUIUtil.dll) 05bd9aa841553f6bba0dc4831f9524da (файл DkInteract.dll) e9860f09025ee44d2a042b43702618bd (файл DkUtil.dll) 972e7e610968874a72383b78c7610478 (файл GUIPanels.dll) ebf97bb77df6b1019dff2e9613340533 (файл libmodbus.dll) 6924eb991a2c214c728c519d0fd3e6e1 (файл libpgtypes.dll) c2c373724ec36b839f47ecd7f115342f (файл libpq.dll) e6c3595e2b731c49300e13b5a82814e1 (файл libpqxx.dll) 69a937da4cf8f3b251ed1ac91a9fe558 (файл ReactorCellMeasurement.dll) 8ceb872f7b2f539c10df7f209c8603d0 (файл ReactorCellResultsView.dll) b6f44ae5941c132aba26c7ccb57ff648 (файл ReactorMapView.dll) 0130bb6051d0870f231de78c8ca65c9a (файл SCMCore.dll) 964a8bb93d34313546e8775e0892d62b (файл SCMModelView.dll) 125490d3d13c8eadfa8720d574e35cd (файл SignalProcessor.dll) 9c17e4be0ede74cb9ad887eede3feb90 (файл TestPanel.dll) 75f79e0bc24e1e04524d454680789e30 (файл VideoView.dll) 7f1d332fea78e0b1890ed197dcd392ae	MD5

1	2	3	4	5
			(файл XListCtrl.dll) 0e88a8c313d983bc165d948924a99580 (файл SharedMemoryGrabber.dll)	
Программа заполнения БД	FillDBTool.exe DkCore.dll DkUtil.dll SignalProcessor.dll	1.0	72f163ff8f22a5fa3967495ca87b30c5 (файл FillDBTool.exe) 6e475f5e4015daed85332fd7c0e1218a (файл DkCore.dll) e9860f09025ee44d2a042b43702618bd (файл DkUtil.dll) 125490d3d13c8eaadfa8720d574e35cd (файл SignalProcessor.dll)	MD5
Программа кон- троллера зонда	ПО «Программа контроллера зонда»	v.1.0	_*	-

* - цифровой идентификатор не вычисляется, так как программное обеспечение защищается 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 при максимальной угловой скорости наклона зонда 1,15 градус/с (максимальное ускорение 0,09 градус/с²) и максимальной угловой скорости поворота зонда 4,5 градус/с приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра, единица измерения	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	±15
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	±5
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 -5° и свыше +3° до +5°	±5
— свыше -5° до -15° и свыше +5° до +15°	±7
Диапазон измерений угла между меткой* направления центральной оси реактора** и рисккой зонда, градус	от -170 до +180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла между меткой направления центральной оси реактора и рисккой 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 относительно отметки «0»***, мм	от 0 до 17600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины положения зонда относительно отметки «0», мм	±10
Примечания:	
* - метка центральной оси реактора нанесена на стену;	
** - центральная ось реактора совпадает с осью Y системы координат реакторной установки;	
*** - за отметку «0» принимается крайнее верхнее положение зонда в УЗ-СИПИ.	

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 Д1 № 280/251-(01.0025-2008)-2012.

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	Габаритные размеры, мм, не более	Масса, кг, не более
Устройство загрузочное УЗ-СИПИ	1000×1000×2000	120
Зонд измерительный ЗИ-СИПИ	Ø91×1300	30

5. Параметры электропитания

Питание систем СИПИ осуществляется от однофазной сети переменного тока с напряжением 220 и частотой (50±1) Гц с глухо-заземленной нейтралью.

6. Потребляемая мощность не более 4,7 кВт.

7. Условия окружающей среды во время эксплуатации:

1) для оборудования передающей части системы СИПИ (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 $3,2 \cdot 10^5$;

2) для оборудования приемной части системы СИПИ:

- 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.

8. Показатели надежности

Ресурс систем СИПИ (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.

Комплектность средства измерений

Комплектность приведена в таблице 4.

Таблица 4

Обозначение конструкторского документа	Наименование изделия (составной части, документа)	Кол-во, шт.
ИТЦЯ.483344.001	Устройство загрузочное УЗ-СИПИ	1
ИТК-20.50.00	Устройство для дезактивации	1
ИТК-00.10.00	Аппарат высокого давления с вентилем	1
–	Адаптер с защитным отключением УЗО-ДПА16 «IEK»	2
<u>Оборудование передающей части</u>		
ИТЦЯ.468224.002	Зонд измерительный ЗИ-СИПИ, включая:	1

Обозначение конструкторского документа	Наименование изделия (составной части, документа)	Кол-во, шт.
–	гироскоп свободный ГИС-1Вр	1
–	электролитический датчик угла наклона SX-070D-LIN	2
–	преобразователь индуктивный модели М-023-04	10
АШПК.433130.002	Трубка передающая Видикон ЛИ-501-1	1
<u>Оборудование приемной части</u>		
ИТЦЯ.468367.185	Блок питания и управления БПУ-СИПИ	1
ИТЦЯ.467419.012	Блок системный компьютера архивирующего и управляющего БСКАУ-СИПИ	1
ИТЦЯ.468367.139	Блок телевизионной системы БТС-А40А	1
–	Монитор	2
–	Клавиатура	1
–	Манипулятор «мышь»	1
–	Фильтр сетевой	1
<u>Линии связи</u>		
ИТЦЯ. 685631.181	Кабель соединительный зонда КСЗ-СИПИ	1
ИТЦЯ.468624.062	Кабель питания и передачи данных КПД-СИПИ	1
ИТЦЯ.685666.073	Кабель камерный К-SK40SR	1
ИТЦЯ.685661.016-01	Кабель соединительный К-С102-2	1
ИТЦЯ.685666.074	Кабель соединительный К-S40R	1
ИТЦЯ.685621.010-02	Кабель соединительный К-С109-2	1
–	Кабель соединительный BCL4102 «Bandridge»	1
–	Кабель питания СЕЕЕ22 soket-Schuko Plug	5
–	Кабель DVI	2
<u>Запасные части, инструмент, приспособления и средства измерения</u>		
ИТЦЯ.463963.512	Комплект запасных частей ¹⁾	1 компл.
ИТЦЯ.463964.090	Комплект инструмента и принадлежностей ¹⁾	1 компл.
ИТЦЯ.463963.447	Блок телевизионной системы БТС-А40А. Комплект запасных частей ¹⁾	1 компл.
SD40.05.050.00	Модуль телевизионный МТ-40S. Комплект запасных частей ¹⁾	1 компл.
ИТЦЯ.463963.370	Насадка осветительная цветная прямая Н40-13. Комплект запасных частей ¹⁾	1 компл.
SD40.05.300.00	Кабель камерный К-SK40SR. Комплект запасных частей	1 компл.
<u>Программное обеспечение</u>		
ИТЦЯ.40057-01	Программный комплекс «SCM v.1.0.0»	1 компл.
<u>Эксплуатационная документация</u>		
–	Комплект эксплуатационных документов ²⁾	1 компл.
–	Программный комплекс «SCM v.1.0.0». Комплект эксплуатационных документов ³⁾	1 компл.
МП 2512-0008-2012	Методика поверки	1
Примечания		
1) В соответствии с ведомостью ЗИП ИТЦЯ.463439.114 ЗИ.		
2) В соответствии с ведомостью эксплуатационных документов ИТЦЯ.463439.114 ВЭ.		
3) В соответствии с ведомостью эксплуатационных документов ИТЦЯ.40057-01 20 01.		

Поверка

осуществляется по документу «Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты. Методика поверки МП 2512-0008-2012», разработанному и утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в мае 2012 г.

В перечень основного поверочного оборудования входит:

- стенд измерительный (Госреестр № 49937-12);
- теодолит электронный VEGA Тео20В (Госреестр № 49327-12);
- рулетка измерительная металлическая типа Р30У2К 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. Руководство по эксплуатации. ИТЦЯ.463439.114 РЭ», 2012 г.;

методика измерений пространственного искривления технологических каналов и каналов СУЗ реакторов РБМК, ИТЦЯ.463439.114 Д1 № 280/251-(01.0025-2008)-2012.

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

«Системы для измерения пространственного искривления технологических каналов и каналов системы управления и защиты. Технические условия. ИТЦЯ.463439.114 ТУ».

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

При выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям;

При осуществлении деятельности в области использования атомной энергии.

Изготовитель

ЗАО «Диаконт»

Юридический адрес: 198903, г.Санкт-Петербург, г.Петродворец, Ропшинское шоссе, д.4

Почтовый адрес: 195274, г. 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» (зарегистрирован под № 30001-10)

Адрес: 190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон: (812) 251-76-01

Факс: (812) 713-01-14

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

Ф.В.Булыгин

МП

«__»_____2012 г.