

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800

#### Назначение средства измерений

Системы измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800 далее (система) предназначена для измерений расхода теплоносителя первого контура реактора БН-800, протекающего через байпас и напорный трубопровод-бак ГЦН-1.

#### Описание средства измерений

Система состоит из:

- устройства расходомерного УН-4 800-57 СП;
- двух нормирующих преобразователей АРТН.407119.301;
- коробки соединительной УН-4 800-57-100СП;
- линий связи.

Принцип действия системы основан на явлении электромагнитной индукции при движении проводника в магнитном поле. В процессе течения натрия в магнитном поле устройства расходомерного (далее РУ) индуцируется э.д.с., пропорциональная расходу натрия, которая при помощи преобразователя нормирующего (далее НП) преобразуется в унифицированный электрический сигнал, пропорциональный расходу натрия через РУ.

РУ состоит из трёх, расположенных вертикально, основных составных частей: проточной части, трубы и пробки.

Проточная часть является нижней частью РУ (рис.1) и состоит из дросселя, насадки и датчика. Дроссель служит для обеспечения расхода натрия через расходомерное устройство величиной не более 5 кг/с в номинальном режиме работы трех насосов, и представляет собой набор из шести шайб, последовательно сваренных между собой. Насадка состоит из трубы и надетой на нее втулки.

Датчик расположен внутри насадки и состоит из сваренных между собой корпуса и наконечника образующих герметичную газовую полость. Внутри наконечника на втулке установлен магнит, изготовленный в форме цилиндра с лысками, необходимыми для размещения выводов электродов. Восемь электродов вварены в стенки наконечника. Две пары электродов используются при электромагнитном методе измерения расхода натрия, а другие две пары - при корреляционном, предназначенном для периодической поверки и возможной корректировки градуировочных характеристик электромагнитных каналов.

РУ эксплуатируется в составе ГЦН-1 и устанавливается в специальный канал на байпасе "напорный трубопровод – бак ГЦН-1".

Нормирующие преобразователи (рис.2) предназначены для:

- преобразования сигналов электромагнитных и корреляционных каналов РУ в гальванически развязанные сигналы постоянного тока от 4 до 20 мА при сопротивлении нагрузки не более 500 Ом, пропорциональных значению измеряемого расхода натрия во всем диапазоне измерения;
- обработки корреляционных сигналов при проведении поверки и корректировки, при необходимости, выходных сигналов электромагнитных каналов в зависимости от измеряемого расхода. Корректировка показаний осуществляется путем сопоставления выходных сигналов электромагнитных каналов и корреляционного канала.

В состав нормирующих преобразователей НП входят:

- модули преобразования сигналов первичных электромагнитных преобразователей (МПЭМ) для усиления электрического сигнала постоянного напряжения, снимаемого с электродов РУ и преобразования его в токовый сигнал (4 – 20 мА);
- модули корреляционного канала (МКР) обеспечивают усиление малых флуктуаций сигналов, снимаемых с электродов РУ, и передачу их в МОЦ, который осуществляет рас-

чет статистических характеристик, измерение временного сдвига функции взаимной корреляции и формирование унифицированного выходного сигнала, пропорционального расходу;

- модули преобразования сигналов термопар (МПТ) предназначены для формирования на выходе унифицированного электрического сигнала (ток 4 – 20 мА) с термопреобразователя (термопары гр. ХА(К));

- модуль цифровой обработки (МОЦ) реализуется на основе промышленного компьютера. МОЦ, помимо указанных выше функций, проводит автоматический контроль исправности системы для обеспечения автономного режима работы. Помимо флуктуационных сигналов, к нему подводятся токовые сигналы с выходов электромагнитных и термопарных каналов;

- блок питания (БП) вырабатывает стабилизированное напряжение +24 В для питания модулей.

Входные сигналы поступают с электродов расходомерного устройства и термопар. На каждый ГЦН-1 предусмотрены два НП. Все модули преобразования сигналов первичных преобразователей имеют 3-х портовую гальваническую развязку.

БП имеет 8 гальванически развязанных выходов напряжением +24 В.

Коробка соединительная предназначена для коммутации сигналов РУ и формирования входных сигналов из двух НП.

Линии связи предназначены для связи между РУ и НП в процессе эксплуатации системы.



Рис. 1 - проточная часть РУ



Рис. 2 - НП

### Программное обеспечение

Компьютерная программа, разработанная в среде LabVIEW8.6, работает под операционной системой Windows XP. Программа предусматривает автоматический сбор и математическую обработку результатов измерений электромагнитными, корреляционными и температурными каналами и архивирование результатов измерения.

Программа обработки данных по измерениям построена по модульному принципу. Программа предусматривает ввод в базу данных результатов испытаний, хранение данных по заводским номерам проверяемых систем.

Основной принцип мер защиты программного обеспечения (ПО) заключается в невозможности полноценного использования программного продукта без соответствующей поддержки со стороны разработчика: подробной пользовательской документации, системы обучения пользователей и обновленных версий программного продукта и баз данных. Таким образом, обеспечивается невозможность запуска ПО с измененной метрологически значимой частью.

Идентификационные данные программного обеспечения (ПО).

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Цифровой идентификатор метрологически значимой части ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
FM2010	FLOWMETER.EXE	1.0.0	1D7D8448	B789EF19	CRC32

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений "С" по МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Контролируемая среда	натрий
Диапазон измерений расхода натрия (электромагнитный канал), кг/с	0,125 – 5,0
Диапазон измерений расхода натрия (корреляционный канал), кг/с	1,0 – 5,0
Пределы допускаемой основной приведённой погрешности от верхнего значения диапазона расхода (электромагнитный канал), %	± 2,5
Дополнительная погрешность измерения расхода в зависимости от изменения температуры(электромагнитный канал), %/°С	0,03
Пределы допускаемой основной приведённой погрешности от верхнего значения диапазона расхода (корреляционный канал), %	± 0,8
Дополнительная погрешность измерения расхода в зависимости от изменения температуры(корреляционный канал), %/°С	0,01
Диапазон температуры натрия, °С	от плюс 200 до 400
Пределы относительной погрешности измерений температуры (температурные каналы), %	± 1,5
Выходной сигнал системы (электромагнитный, корреляционный, температурный каналы):	
- ток, мА	4- 20
- цифровой	Ethernet
Время установления выходного сигнала системы (электромагнитный канал) при скачкообразном измерении расхода от нуля до максимального значения, с, не более	0,5
Вероятность безотказной работы за время 16000 часов	0,98
Назначенный срок службы, лет, не менее	15
Назначенный ресурс – без ограничения в течение назначенного срока	службы
Источник питания – сеть переменного тока	
- напряжение, В	220 <sup>+10</sup> <sub>-15</sub>
- частота, Гц	50±2
Габаритные размеры, мм:	
- нормирующий преобразователь	600x400x370
- расходомерное устройство	Ø 158x 6163
Масса, кг:	
- нормирующий преобразователь,	28
- расходомерное устройство	155
Рабочие условия эксплуатации нормирующего преобразователя	
- температура, °С	от плюс 5 до 50
- относительная влажность при температуре 25 °С, % не более	80
- давление атмосферное, кПа	от 84 до 106,7
Режим работы	постоянный

### Комплектность средства измерений

№ п/п	Наименование	Кол. шт./экз.
1	Система измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800 в составе:	1
1.1	Устройство расходомерное УН-4 800-57СП	1
1.2	Преобразователь нормирующий АРТН.407119.301	2
1.3	Коробка соединительная УН-4 800-57-100СП	1
1.4	Термоэлектрический преобразователь температуры ТХА-05 исп. 427.05 ТУ 95.2381-92	2
2	Руководство по эксплуатации УН-4 800–57 РЭ	1
3	Паспорт УН-4 800–57 ПС	1
4	Методика поверки АРТН.407119.301 МП	1

## **Поверка**

осуществляется по методике "ГСИ. Система измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800. Методика поверки. АРТН.407119.301 МП " утверждённой ГЦИ СИ ФГУП "ВНИИМС" в октябре 2012 г.

Основное поверочное оборудование:

- установка поверочная расходомерная ИРС-М. диапазон воспроизводимых расходов натрия от 0,5 до 100 м<sup>3</sup>/ч; допускаемая приведенная погрешность воспроизведения расхода в диапазоне от 0,5 до 20 м<sup>3</sup>/ч к верхнему значению  $\pm 0,3$  %; допускаемая приведенная погрешность воспроизведения расхода в диапазоне от 20 до 100 м<sup>3</sup>/ч к верхнему значению  $\pm 0,8$  %;
- термометр ТЛ-4 ГОСТ 28498-90 от 0 до 55 °С с ценой деления 0,1 °С;
- многофункциональный технологический калибратор FLUKE 725, диапазон от 0 до 24 мА, класс точности 0,02;
- промышленный компьютер.

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

содержатся в руководстве по эксплуатации УН-4 800-57РЭ.

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системе измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800**

1 Техническая документация на систему измерения расхода натрия через ГЦН-1 реактора БН-800.

2 ГОСТ 12.2.003-91 Системы стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

3 ОПБ- 88/97 НП-001-97 (ПНАЭ Г-7-011-97) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций.

## **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

## **Изготовители:**

ОАО "ОКБМ Африкантов" 603074, г. Нижний Новгород, Бурнаковский проезд, 15  
Тел. +7(831)2752640, факс +7(831)2418772  
E-mail: [okbm@okbm.nnov.ru](mailto:okbm@okbm.nnov.ru)

ФГУП "Государственный Научный Центр Российской Федерации Физико – энергетический институт имени А.И. Лейпунского"  
249033, Калужская обл., г. Обнинск, пл. Бондаренко, 1  
тел. +7(48439) 98412, факс +7(48439) 68225,  
E-mail: [postbox@ippe.ru](mailto:postbox@ippe.ru)

## **Заявитель**

ФГУП "Государственный Научный Центр Российской Федерации Физико – энергетический институт имени А.И. Лейпунского"  
249033, Калужская обл., г. Обнинск, пл. Бондаренко, 1  
тел. +7(48439) 98412, факс +7(48439) 68225,  
E-mail: [postbox@ippe.ru](mailto:postbox@ippe.ru)

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП "ВНИИМС" (аттестат аккредитации № 30004-08)

119361, Москва, ул. Озерная, 46

тел. +7(495) 437-57-77, факс +7(495) 437-56-66.

E-mail: [office@vniims.ru](mailto:office@vniims.ru)

Заместитель руководителя  
Федерального Агентства по  
техническому регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2013 г.