

2. Гибридный сопроцессор реактора (ГСР), с помощью которого осуществляется непрерывное и не явное решение системы дифференциальных уравнений математической модели УШРП в реальном времени и на неограниченном интервале. Выходные переменные ГСР представляются выходными напряжениями, которые преобразуются с помощью преобразователей  $u/i$  в модельные физические токи. Непрерывная информация о напряжениях в выходных узлах с помощью повторителя напряжений вводится в ГСР.

3. Для осуществления всевозможного спектра трехфазных и пофазных продольно-поперечных коммутаций (ППК) используется цифро-управляемые аналоговые ключи. Переходное сопротивление коммутации реализуется с помощью цифро-управляемых сопротивлений.

Разработанный подобным образом СПР адаптирован для использования во Всережимном моделирующем комплексе реального времени электроэнергетических систем, который был создан в Энергетическом институте Томского политехнического университета [3].

Список литературы:

1. Александров Г.Н., Лунин В.П. Управляемые реакторы. 2-е изд. – СПб: Центр подготовки кадров СЗФ АО «ГВЦ энергетики», 2004. – 321с.
2. Брянцев А.М. Управляемые подмагничиванием электрические реакторы. – М.: Знак, 2004. – 264с.
3. Боровиков Ю.С., Гусев А.С., Сулайманов А.О. Принципы построения средств моделирования в реальном времени интеллектуальных энергосистем // Электричество. – 2012. – № 6. – С. 10–13.

УДК 62-519

## **ВЫБОР ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАСХОДА ГАЗА**

Ефремов С.А., Иванова Е.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: MeVer1c@sibmail.com

Первичный измерительный преобразователь – техническое средство с нормируемыми метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации и передачи, но непосредственно не воспринимаемый оператором. Первичные измерительные преобразователи могут формировать из поступающего теплового потока информацию для непосредственного использования ее оператором или для передачи ее в виде электрических сигналов ко вторичным преобразователям либо устройствам обработки информации.

Первичные измерительные преобразователи измеряемую величину превращают в сигнал измерительной информации, что позволяет передать его на определенное расстояние и по месту назначения воспроизвести измерительную величину в форме, приемлемой для наблюдателя или ввести в соответствующее средство измерения. Измеряемая величина объекта (температура, давление, уровень, перемещения, усилия, расход и др.) трансформируются в сигнал измерительной информации (электрический, пневматический, оптический и т. п.), линиями связи передается вторичного прибора, преобразователя, ЭВМ [1].

Расходомер в технике, прибор для измерения расхода – объёма или массы среды, протекающей через прибор в единицу времени. Используется для контроля и учёта жидкости, пара или газа при их производстве, отпуске, потреблении и хранении, а также служит для регулирования технологических и теплоэнергетических процессов в автоматических системах контроля и регулирования. Расходомеры работающие в течение произвольного промежутка времени, называются счётчиками жидкости и газа [2].

При измерение расхода газа необходимо придерживаться некоторых правил. Расходомер может устанавливаться в вертикальном, горизонтальном или наклонном трубопроводе. Наличие грязевиков или специальных фильтров не обязательно.

Точная и надежная работа расходомера обеспечивается при выполнении в месте установки ППР следующих условий:

- отсутствует скопление воздуха;
- давление жидкости исключает газообразование в трубопроводе;
- весь внутренний объем канала ППР в процессе работы расходомера заполнен жидкостью;
- напряженность внешнего магнитного поля промышленной частоты не превышает 400 А/м.

Конструкция средств измерений должна обеспечивать ограничение доступа к определенным частям средств измерений в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажениям результатов измерений.

К требованиям по измерению расхода газа необходимо отнести использование корректора объема газа, который предназначен для применения в составе узлов учета газа, для автоматического приведения к стандартным условиям объема природного газа (в дальнейшем – газа), измеренного счетчиком газа турбинного, ротационного, вихревого, ультразвукового или другого типа с низкочастотным импульсным выходом [3].

В качестве примера рассмотрим несколько видов расходомеров и сравним их между собой.

1. Ультразвуковой газовый расходомер типа MPU-200 (см. рис. 1) – однолучевой полнопроходной ультразвуковой газовый расходомер с датчиками, встроенными заподлицо с внутренней поверхностью трубы, оснащенный системой шумозащиты. В сравнении с другими средствами замера расхода газа MPU-200 обеспечивает значительное сокращение затрат, места и веса при установке в качестве системы. Ультразвуковые расходомеры типа MPU-200 предназначены для технологического контроля параметров «сырого» газа в шлейфах скважин, в том числе содержащих твердые абразивные частицы и конденсат. Расходомер MPU-200 применяется для измерения расхода сухого газа высокого давления и неосушенного газа с содержанием до 1 % по объему жидкости [4].



*Рис. 1. Ультразвуковой газовый расходомер типа MPU 200*

2. Измерительный комплекс для узлов учета газа на базе вихревого расходомера счетчика газа ВРСГ-1 (далее по тексту ИК ВРСГ-1) показан на рисунке 2.



*Рис. 2. Измерительный комплекс для узлов учета газа на базе вихревого расходомера*

ИК ВРСГ-1 предназначен для измерения расхода и объемного количества природного газа, попутного нефтяного газа, азота, воздуха и т. д. и приведения потребленного объема газа к стандартным условиям (760 мм рт. ст. и 20 °С). ИК ВРСГ-1 с успехом могут применяться на объектах: ГРП промышленных предприятий; котельных; предприятиях нефтепереработки [4].

Сравнительная таблица основных характеристик расходомеров для определения наиболее оптимального варианта использования данных приборов приведена в таблице 1.

*Таблица 1. – Технические характеристики расходомеров*

Параметры	МРУ-200	ВРСГ-1»
Температура рабочей среды, °С	от –60 до +60	от –35 до +45
Допускаемая погрешность, %	± 0,8	± 1
Срок службы, лет	25	15
Потребляемая мощность, Вт	12	20
Диапазон условных диаметров, мм	100–400	50–250
Выходной сигнал	Импульсный	Импульсный

По результатам таблицы 1, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным вариантом для измерения расхода газа, является ультразвуковой газовый расходомер типа МРУ 200. Он может работать в больших диапазонах температур от (–60) до (+60) °С, допускаемая погрешность измерений невелика, и составляет всего ± 0,8 %. Срок службы расходомера МРУ-200 почти на 15 лет больше срока службы расходомера ВРСГ-1. Диапазон условных диаметров расходомера МРУ-200 в 2 раза превышает диапазон расходомера ВРСГ-1. Наиболее лучшим и выгодным средством измерения расхода газа мог быть ультразвуковой газовый расходомер типа МРУ-200.

Список литературы:

1. Свободная энциклопедия «Википедия». – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
2. Исследовательский центр «Streamlux». – Режим доступа: <http://www.streamlux.ru>.
3. Руководство по эксплуатации расходомеров. – Режим доступа: <http://www.vzljot.ru/files/docs/151>.
4. Компания «Инвестгазавтоматика». – Режим доступа: <http://www.invest-gaz.ru/page96>.