

Станции контроля параметров дегазации СКПД

Назначение средства измерений

Станции контроля параметров дегазации СКПД (далее – СКПД) предназначены для измерения параметров метановоздушной смеси (абсолютного давления, температуры и объемных долей метана, оксида углерода, кислорода) в дегазационных трубопроводах, оснащенных расходомерным узлом со стандартным сужающим устройством, а также измерения дифференциального давления на сужающем устройстве и определения приведенных к стандартным условиям значений объемного расхода (дебитов) метановоздушной смеси и метана в соответствии с методикой измерений СКПД 00.000 Д1 (172 – 01.00249 – 2013) "Дебит метана и метановоздушной смеси в дегазационном трубопроводе. Методика измерений при помощи расходомерного узла на основе стандартного сужающего устройства и станции контроля параметров дегазации СКПД".

Описание средства измерений

Принцип действия СКПД основан на измерении разности давлений на сужающем устройстве дегазационного трубопровода при помощи тензомодуля дифференциального давления ТДМ4-М, абсолютного давления в дегазационном трубопроводе при помощи тензомодуля ТДМ2-А, температуры газа перед диафрагмой при помощи термистора B57861S0103F040 производства фирмы «Epcos» и объемных долей метана, кислорода и оксида углерода при помощи соответствующих сенсоров (чувствительных элементов), и последующем вычислении с использованием полученных результатов измерений значений приведенного к стандартным условиям значения объемного расхода метановоздушной смеси и метана при помощи встроенного микропроцессора.

В качестве сенсоров используются:

- при измерении объемной доли метана в диапазоне от 0 до 2,5 % термокаталитический сенсор метана производства НТЦ ИГД;
- при измерении объемной доли метана в диапазоне от 2,5 до 100 % термокондуктометрический сенсор метана производства НТЦ ИГД;
- при измерении объемной доли оксида углерода сенсор CO-AF фирмы «Alphasense»;
- при измерении объемной доли кислорода сенсор O2-A3 фирмы «Alphasense».

Встроенный микропроцессор получает и обрабатывает сигналы со всех сенсоров, производит расчет дебита метановоздушной смеси и метана, отображает результаты измерений на встроенном жидкокристаллическом индикаторе, по адресному запросу передаёт результаты измерений во внешние устройства через цифровой интерфейс RS-485 с использованием протокола обмена Modbus RTU и формирует выходные аналоговые сигналы напряжения 0,4÷2 В, пропорциональные измеряемым параметрам:

- приведенному расходу метановоздушной смеси;
- приведенному расходу метана в метановоздушной смеси;
- дифференциальному давлению газа (разности давлений на сужающем устройстве) в диапазоне от 0 до 5884 Па (от 0 до 600 мм.вод.ст.);
- абсолютному давлению в дегазационном трубопроводе в диапазоне от 53280 Па до 114655,2 Па (от 400 до 860 мм рт.ст.);
- температуре газа перед диафрагмой в диапазоне от минус 5 до 40 °С;
- объемной доли метана в диапазоне от 2,5 до 100 %;
- объемной доли кислорода в диапазоне от 0 до 25 %;
- объемной доли оксида углерода в диапазоне от 0 до 200 млн⁻¹.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93

СКПД является многоканальным прибором, выпускающимся в четырех модификациях, отличающихся измеряемыми объемными долями газовых компонентов:

- СКПД-1.М - измерение объемной доли метана в одном диапазоне от 0 до 100 % объемных долей;
- СКПД-1.Н - измерение объемной доли метана в двух диапазонах: от 0 до 2,5 % объемных долей и от 2,5 до 100% объемных долей;
- СКПД-1.С - измерение объемной доли метана в одном диапазоне от 0 до 100 % объемных долей, измерение объемных долей оксида углерода и кислорода;
- СКПД-1.У - измерение объемной доли метана в двух диапазонах: от 0 до 2,5 % объемных долей и от 2,5 до 100 % объемных долей, а также измерение объемных долей оксида углерода и кислорода.

Каждая модификация выпускается в двух исполнениях, отличающихся наличием или отсутствием влагоотделителей.

Кроме функций, указанных в назначении СКПД обеспечивает:

- местную сигнализацию о наличии напряжения питания;
- формирование следующих выходных сигналов:
 - при отказе СКПД - напряжение менее 0,2 В или более 2,2 В на всех аналоговых выходах при отказе СКПД;
 - напряжение более 2,0 В, но менее 2,2 В на соответствующих аналоговых выходах при превышении измеряемыми параметрами верхних границ диапазонов измерений;
 - напряжение более 0,2 В, но менее 0,4 В на соответствующих аналоговых выходах при выходе измеряемых параметров за нижние границы диапазонов измерений.

Питание СКПД осуществляется от сетевого источника искробезопасного питания СИИП, или от встроенной батареи из аккумуляторов KR 5000 DEL (или АБ фирмы SAFT ёмкостью 9,5 Ач) при этом обеспечивается возможность автоматического переключения на питание от аккумуляторной батареи при исчезновении сетевого напряжения.

СКПД выполнен во взрывозащитном исполнении. Взрывозащита обеспечивается вводом входных сигналов через «искробезопасную электрическую цепь» уровня «ia» по ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99), выполнением его конструкции в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98), использованием термохимических сенсоров метана ДТК с видом взрывозащиты «специальный» согласно ГОСТ 22782.3-77. Маркировка взрывозащиты PO Exia IX.

Конструктивно СКПД состоит из корпуса и четырех выносных сенсоров давления, температуры, объемной доли метана в диапазоне от 0 до 2,5 % и объемной доли метана в диапазоне от 2,5 до 100 %. На корпус могут быть установлены влагоотделители со штуцерами.

Корпус СКПД состоит из двух отделений – отделения кабельных вводов, в котором расположены кнопки управления и клеммы для подключения датчиков, источника питания, вторичных приборов, линии интерфейса RS-485, и аппаратного отделения, в котором располагаются жидкокристаллический индикатор и электронные платы, служащие для обработки информации и формирования выходных сигналов, а также сенсоры окиси углерода и кислорода. Аппаратное отделение корпуса пломбируется с целью предотвращения несанкционированного доступа к электронным платам. Внешний вид корпуса с указанием места пломбирования показан на рисунке 1.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) СКПД представлено встроенным ПО управляющего микропроцессора и является полностью метрологически значимым. Встроенное ПО размещено в защищённой от считывания и модификации области памяти микропроцессора. Цифровой интерфейс информационного обмена с внешними устройствами выполнен защищённым и не позволяет оказывать влияние на встроенное ПО. Идентификационные признаки встроенного ПО СКПД указаны в таблице 1.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «А» в соответствии с МИ 3286.

Таблица 1 – Идентификационные признаки программного обеспечения

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
Встроенное ПО СКПД	SKPD firmware	не присвоен	Исполняемый код недоступен для считывания и модификации	—



Рисунок 1 – Внешний вид станции контроля параметров дегазации СКПД

Метрологические и технические характеристики

- Диапазон измерений дифференциального давления от 0 до 5884 Па (от 0 до 600 мм вод. ст.).
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений дифференциального давления $\pm 55,84$ Па (± 6 мм вод. ст.).
- Диапазон измерений абсолютного давления от 53280 Па до 114655,2 Па (от 400 до 860 мм рт. ст.).
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 1598,6$ Па (± 12 мм рт. ст.).
- Диапазон измерений объемной доли метана в воздухе от 0 до 100 %.
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений объемной доли метана в воздухе:
 - в диапазоне от 0 до 2,5 % $\pm 0,2$ %;
 - в диапазоне от 2,5 до 10 % ± 3 %;
 - в диапазоне от 10 до 100 % ± 5 %.
- Диапазон измерений объемной доли кислорода в воздухе от 0 до 25 %.
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения объемной доли кислорода в воздухе ± 1 %.
- Диапазон измерений объемной доли оксида углерода в воздухе от 0 до 200 млн⁻¹.
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений объемной доли оксида углерода в воздухе:
 - в диапазоне от 0 до 100 млн⁻¹ ± 6 млн⁻¹
 - в диапазоне от 100 до 200 млн⁻¹ ± 10 млн⁻¹
- Диапазон измерений температуры от минус 5 до 40 °С.
- Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения температуры ± 3 °С.
- Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений по каждому из измеряемых параметров (за исключением дебита метана и метановоздушной смеси) при изменении температуры окружающей и контролируемой сред в диапазоне от минус 5°С до плюс 40°С от номинального значения температуры (20 $\pm$ 5)°С – не более пределов допускаемой основной погрешности на каждые 10°С.
- Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений объемных долей газовых компонентов от изменения относительной влажности анализируемой среды в диапазоне от 0 до 100 % – не более пределов допускаемой основной погрешности.
- Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений по каждому из измеряемых параметров при изменении напряжения питания постоянного тока в диапазоне от 8 до 15 В – не более пределов допускаемой основной погрешности.
- Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений объемных долей газовых компонентов при отклонении абсолютного/атмосферного давления от области нормальных значений (1003 $\pm$ 50 кПа) (760 $\pm$ 40 мм.рт.ст.) на каждые 3,3 кПа(2,5 мм.рт.ст.) – не более $\pm 0,5$ пределов допускаемой основной погрешности по соответствующему компоненту.
- Пределы допускаемого отклонения значения измеряемого параметра, рассчитанного по напряжению, измеренному на выходе СКПД, от значения на дисплее СКПД – не более 0,75 пределов допускаемой основной погрешности соответствующего параметра.
- Диапазон измерений дебита метана и метановоздушной смеси определяется диаметром стандартного сужающего устройства – диафрагмы с угловым, фланцевым или трёхрадиусным способом отбора, соответствующий требованиям ГОСТ Р 8.586.1-2005, ГОСТ Р 8.586.2-2005 и ГОСТ Р 8.586.5-2005, поверенный в соответствии с ПР 50.2.022-99.
- Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения дебита метановоздушной смеси:
 - при измеряемом перепаде давления от 30 до 100% от верхнего предела измерений - $\pm(5,3$ % от измеряемого значения $+0,1$ м³/мин),

- при измеряемом перепаде давления от 5 до 30 % от верхнего предела измерений рассчитываются по формуле:

$$\pm \left(\left(12,5 - 24 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta p_{\max}} \right) \% \text{ от измеряемого значения} + 0,1 \text{ м}^3 / \text{мин} \right),$$

где:

Δp – измеряемый перепад давления, мм вод.ст.,

$\Delta p_{\max}$ – верхний предел измерений перепада давления, мм вод.ст.

- Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения дебита метановоздушной смеси на каждые 10°C изменения температуры от номинального значения температуры (20±5)°C (вне диапазона нормальных значений):

$$\pm \left(\frac{600}{\Delta p} + 5,3 \cdot \frac{\Delta p}{p} \right) \%,$$

где p – абсолютное давление, Δp и p выражены в мм.вод.ст.

- Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения дебита метана:
 - при измеряемой объемной доле метана от 2,5 до 100% - $\pm(20\% \text{ от измеряемого значения} + 0,1 \text{ м}^3/\text{мин})$,
 - при измеряемой объемной доле метана от 0,2 до 2,5% рассчитываются по формуле:
 $\pm ((120 - 39,78 C_{CH_4}) \% \text{ от измеряемого значения} + 0,1 \text{ м}^3/\text{мин})$,
где C_{CH_4} – измеряемая объемная доля метана, %.
- Пределы допускаемой дополнительной относительной погрешности измерения дебита метана на каждые 10°C изменения температуры от номинального значения температуры (20±5)°C (вне диапазона нормальных значений):

- при измеряемой объемной доле метана от 2,5 до 100 % рассчитываются по формуле:

$$\pm \left(\frac{600}{\Delta p} + 5,3 \cdot \frac{\Delta p}{p} + 5 \right) \%;$$

- при измеряемой объемной доле метана от 0,2 до 2,5 % рассчитываются по формуле:

$$\pm \left(\frac{600}{\Delta p} + 5,3 \cdot \frac{\Delta p}{p} + \frac{20}{C_{CH_4}} \right) \%.$$

- По устойчивости к воздействию климатических факторов СКПД соответствует исполнению УХЛ категории 5.1 по ГОСТ 15150-69 для работы в ограниченном диапазоне температур от минус 5 °C до плюс 35 °C, а выносные блоки сенсоров давления соответствуют исполнению УХЛ категории 3.1 для работы в ограниченном диапазоне температур от минус 35 °C до 40 °C.
- СКПД устойчива к следующим климатическим воздействиям:
 - относительная влажность воздуха - от 0 до 100 % с конденсацией влаги;
 - атмосферное давление - от 84 до 120 кПа;
 - содержание пыли – не более 10 мг/м³;
 - содержание агрессивных примесей не должно превышать санитарных норм согласно ГОСТ 12.1.005-88 и уровней ПДК.
- Степень защиты СКПД от проникновения пыли, посторонних тел и воды IP54 по ГОСТ 14254-96.
- По устойчивости к механическим воздействиям СКПД соответствует группе L3 по ГОСТ Р 52931-2008.

- Электропитание СКПД осуществляется от источников постоянного тока с напряжением от 8 до 15 В.
- Потребляемая мощность СКПД – не более 0,84 Вт.
- Масса СКПД – не более 6 кг.
- Габаритные размеры без влагоотделителей и выносных модулей – не более 290 x 460 x 110 мм.
- Средняя наработка на отказ – не менее 20000 часов.
- Средний срок службы – не менее 6 лет.

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель СКПД и в левом верхнем углу титульного листа руководства по эксплуатации СКПД 00.000 РЭ.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки СКПД приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки СКПД.

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
1 Станция контроля параметров дегазации СКПД	СКПД 00.000	1 шт.	Состав согласно заказу
2 Комплект крепежных элементов	СКПД 00.001	1 шт.	Состав согласно заказу
3 Станция контроля параметров дегазации СКПД. Паспорт	СКПД 00.000 ПС	1 экз.	
4 Станция контроля параметров дегазации СКПД. Руководство по эксплуатации	СКПД 00.000 РЭ	1 экз.	
5 Станция контроля параметров дегазации СКПД. Методика поверки	СКПД 00.000 Д2	1 экз.	
6 Дебит метана и метановоздушной смеси в дегазационном трубопроводе. Методика измерений при помощи расходомерного узла на основе стандартного сужающего устройства и станции контроля параметров дегазации СКПД.	СКПД 00.000 Д1 (172 – 01.00249 – 2013)	1 экз.	

Поверка

осуществляется по документу СКПД 00.000 Д2 «Станция контроля параметров дегазации СКПД. Методика поверки», утвержденному ФГУП «СНИИМ» в октябре 2013 г.

Основные средства поверки:

- Поверочный нулевой газ (воздух), ТУ 6-21-5-82;
- ГСО-ПГС № 4272-88 CH₄ – воздух. Номинальное значение объемной доли метана в ПГС (1,5 ± 0,2) % и (2,3 ± 0,2) %;
- ГСО-ПГС № 3888-87 CH₄ – азот. Номинальное значение объемной доли метана в ПГС (8 ± 1) %;
- ГСО-ПГС № 3894-87 CH₄ – азот. Номинальное значение объемной доли метана в ПГС (60 ± 1,5) % и (90 ± 1,5) %;

- ГСО-ПГС № 3844-87 CO – воздух. Номинальное значение объемной доли CO в ПГС (45 ± 2) млн⁻¹;
- ГСО-ПГС № 3847-87 (3849-87) CO – воздух. Номинальное значение объемной доли CO в ПГС (100 ± 7) млн⁻¹ и (200 ± 10) млн⁻¹;
- ГСО-ПГС № 3726-87 (3728-87) O₂ – азот. Номинальное значение объемной доли O₂ в ПГС (10 ± 2) % и (10 ± 2) %;
- Ротаметр РМ-А-0,063Г УЗ (Номер в Государственном реестре средств измерений 19325-12);
- Мультиметр АРРА-107N (Номер в Государственном реестре средств измерений 20085-11);
- Измеритель абсолютного и дифференциального давления газа МБГО-2 (Номер в Государственном реестре средств измерений 39837-08);
- Измеритель давления цифровой ИДЦ-2 (Номер в Государственном реестре средств измерений 46121-10);
- Термостат жидкостный «Термотест-100» (Номер в Государственном реестре средств измерений 25777-03);
- Термометр контактный цифровой ТК-5.09 с зондом ЗПГ.300 (Номер в Государственном реестре средств измерений 41002-09).

Сведения о методиках (методах) измерений

Метод измерений дебита метана и метановоздушной смеси изложен в методике измерений СКПД 00.000 Д1 (172 – 01.00249 – 2013) «Дебит метана и метановоздушной смеси в дегазационном трубопроводе. Методика измерений при помощи расходомерного узла на основе стандартного сужающего устройства и станции контроля параметров дегазации СКПД.», аттестованном ФГУП «СНИИМ» в октябре 2013 г.

Метод измерений дифференциального давления, абсолютного давления, температуры, объемных долей метана, кислорода и оксида углерода изложен в СКПД 00.000 РЭ «Станция контроля параметров дегазации СКПД. Руководство по эксплуатации».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к станции контроля параметров дегазации СКПД

1 ГОСТ Р 51330.0-99 «Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования».

2 ГОСТ 8.586.5-2005 ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 5. Методика выполнения измерений

2 ТУ 4215.019.50151796-09 «Станция контроля параметров дегазации СКПД. Технические условия».

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.

Архангельск (8182)63-90-72
Астана (7172)727-132
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Новосибирск (383)227-86-73
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Казахстан (772)734-952-31

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Таджикистан (992)427-82-92-69

Сургут (3462)77-98-35
Тверь (4822)63-31-35
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)74-02-29
Тюмень (3452)66-21-18
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Ярославль (4852)69-52-93