

\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Газовый цех

Автоматизированная система учета

РАСХОДА ГАЗА: ДОМЕННОГО, КОКСОВОГО, ПРИРОДНОГО

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На разработку программного модуля

на 14 листах

СОГЛАСОВАНО:

Начальник УВСИТЦУ

\_\_\_\_\_ К.С.Теличко

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник ГЦ

\_\_\_\_\_ С.А.Салдаев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

к Техническому заданию №125-9 от 19.04.2017 г.

СОГЛАСОВАНО:

УВСИТЦУ:

Начальник отдела автоматизации

И.Н.Резепин

Начальник бюро программирования

А.А.Загиров

Начальник бюро ДПиУЭ

А.В.Суковичин

ГЦ:

Заместитель начальника цеха

Д.В.Первухин

РАЗРАБОТАЛ:

Математик

Н.А.Иванов

## Оглавление

1. Глобальные константы.....	6
2. Исходные данные.....	6
3. Выходящие данные.....	6
4. Алгоритм расчета расхода.....	8
4.1. Расчет молярной доли компонентов $x_i$ .....	9
4.2. Расчет псевдо-критической температуры $T_{пк}$ .....	9
4.3. Расчет псевдо-критического давления $P_{пк}$ .....	9
4.4. Расчет абсолютной температуры $T_a$ .....	9
4.5. Расчет абсолютного давления $P_a$ .....	9
4.6. Расчет фактора сжимаемости в рабочих условиях $Z$ .....	10
4.7. Расчет фактора сжимаемости в стандартных условиях $Z_c$ .....	10
4.8. Расчет плотности при стандартных условиях $\rho_c$ .....	10
4.9. Расчет плотности в рабочих условиях $\rho$ .....	10
4.10. Расчет диаметра ИТ в рабочих условиях.....	11
4.11. Расчет диаметра СУ в рабочих условиях.....	11
4.12. Расчет относительного диаметра отверстия СУ $\beta$ при рабочей температуре.....	11
4.13. Расчет перевода перепада давления в Па $dP$ .....	11
4.14. Расчет коэффициента скорости входа $E$ .....	11
4.15. Расчет коэффициента расширения $\varepsilon$ .....	11
4.16. Расчет коэффициента истечения $C$ .....	12
4.17. Расчет коэффициента поправки на закругление входной кромки СУ $K_n$ .....	12
4.18. Расчет вязкости $\mu$ .....	12
4.19. Расчет коэффициента шероховатости $K_{ш}$ .....	12
4.20. Расчет критерия рейнольдса $Re$ .....	12
4.21. Расчет объёмного расхода среды приведённого к стандартным условиям $Q_c$ .....	13
5. Список используемой литературы.....	14

## **Аннотация**

В техническом задании приводится описание функций, которые необходимо разработать, при использовании алгоритмов описанных в математическом обеспечении [1]. Также указано описание глобальных и локальных констант, их типы данных. Описаны входные данные и данные, которые мы получаем на выходе из программы. Модуль предназначен для работы в АСДУЭ ГАЗ Газового цеха.

Обозначения:

С – при стандартных условиях

К – критический параметр

Пк – псевдо-критический параметр

Пр – приведённый параметр

ПГ – природный газ

ДГ - доменный газ

КГ – коксовый газ

СУ – сужающее устройство

ИТ – измерительный трубопровод

РУ – расходомерный узел

## 1. Глобальные константы

Константы перечисленные в [1] пункт 4 определяем как:

- Тип переменных: double,
- Столбцы таб. №4.1,4.2 объединить в массивы.

Константы перечисленные в [1] пункт 2.1.1 таб. №1 определяем как:

- Тип переменных: double,
- Значения таблицы объединить в двумерный массив [26 строк][3 столбца],
- Значения первой строки [0,0,0].

## 2. Исходные данные

Входящие данные (смотри [1] пункт 2.1) записываем в структуру таким образом:

- Объёмные доли компонентов по каждому газу образуют массивы типа double,
- Номер материала трубы и диафрагмы, время эксплуатации РУ, метод отбора имеют тип: integer,
- Остальные параметры имеют тип: double.

## 3. Выходящие данные

На выходе данные (смотри [1] пункт 2.1) должны формироваться в виде функции, с такими свойствами:

- Тип функции: double,
- Записывает входящие данные в структуру,
- Проводит проверку на соблюдение граничных условий (смотри [1] пункт 3),
- Возвращает значение объемного расхода, которое ей передает функция **Qc** (см. 4.21).

**Для каждого типа газа должна быть своя функция вывода, так как количество принимаемых данных различно!**

**Для природного газа заголовок функции вывода должен выглядеть так:**

PG\_2016( P\_izb, P\_bar, T\_cel, dP, D\_it\_20, D\_cy\_20, nt, nd, rn, Ra, data, method)

Где входные данные для функции определяются как:

- **P\_izb** - избыточное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **P\_bar** - атмосферное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **T\_cel** - температура среды в (градусах Цельсия),
- **dP** - перепад давления в (кгс/м<sup>2</sup>),
- **D\_it\_20** - диаметр ИТ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,
- **D\_cy\_20** - диаметр СУ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,

- **nt** - номер материала ИТ,
- **nd** - номер материала СУ,
- **rn** - начальный радиус закругления входной кромки в (мм),
- **Ra** - коэффициент шероховатости,
- **data** - время эксплуатации РУ в (год),
- **method** - метод отбора давления (угловой = 0, трёхрадиусный = 1, фланцевый = 2).

**Для доменного газа заголовок функции вывода должен выглядеть так:**

DG\_2016( CH4\_dg, CO2\_dg, H2\_dg, CO\_dg, P\_izb, P\_bar, T\_cel, dP, D\_it\_20, D\_cy\_20, nt, nd, rn, Ra, data, method)

Где входные данные для функции определяются как:

- **CH4\_dg** - объёмная доля метана в (%),
- **CO2\_dg** - объёмная доля диоксида углерода в (%),
- **H2\_dg** - объёмная доля водорода в (%),
- **CO\_dg** - объёмная доля монооксида углерода в (%),
- **P\_izb** - избыточное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **P\_bar** - атмосферное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **T\_cel** - температура среды в (градусах Цельсия),
- **dP** - перепад давления в (кгс/м<sup>2</sup>),
- **D\_it\_20** - диаметр ИТ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,
- **D\_cy\_20** - диаметр СУ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,
- **nt** - номер материала ИТ,
- **nd** - номер материала СУ,
- **rn** - начальный радиус закругления входной кромки в (мм),
- **Ra** - коэффициент шероховатости,
- **data** - время эксплуатации РУ в (год),
- **method** - метод отбора давления (угловой = 0, трёхрадиусный = 1, фланцевый = 2).

**Для коксового газа заголовок функции вывода должен выглядеть так:**

KG\_2016( CH4\_kg, CO2\_kg, H2\_kg, CO\_kg, CnHn\_kg, P\_izb, P\_bar, T\_cel, dP, D\_it\_20, D\_cy\_20, nt, nd, rn, Ra, data, method)

Где входные данные для функции определяются как:

- **CH4\_dg** - объёмная доля метана в (%),
- **CO2\_dg** - объёмная доля диоксида углерода в (%),
- **H2\_dg** - объёмная доля водорода в (%),
- **CO\_dg** - объёмная доля монооксида углерода в (%),
- **CnHn\_kg** - объёмная доля непрерывных углеводородов в (%),
- **P\_izb** - избыточное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **P\_bar** - атмосферное давление в (кгс/см<sup>2</sup>),
- **T\_cel** - температура среды в (градусах Цельсия),
- **dP** - перепад давления в (кгс/м<sup>2</sup>),
- **D\_it\_20** - диаметр ИТ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,
- **D\_cy\_20** - диаметр СУ в (мм) при температуре 20 градусов Цельсия,
- **nt** - номер материала ИТ,
- **nd** - номер материала СУ,
- **rn** - начальный радиус закругления входной кромки в (мм),
- **Ra** - коэффициент шероховатости,
- **data** - время эксплуатации РУ в (год),
- **method** - метод отбора давления (угловой = 0, трёхрадиусный = 1, фланцевый = 2).

#### **4. Алгоритм расчета расхода среды**

Для того чтобы приступить к расчету расхода газа, необходимо вычислить множество других переменных (смотри [1] пункт 2.2.23).

Для расчета каждого члена формулы расхода газа необходимо завести отдельную функцию типа: double.

Каждая функция должна рассчитывать свой параметр для всех перечисленных газов (смотри [1] пункт 2.1).



4.1. Расчет молярной доли компонентов  $x_i$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.6.

- Функция принимает значение типа `integer`, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения `switch(int)` - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Одна локальная переменная имеет тип: `integer` (для реализации счетчика), остальные тип: `double`,
- Функция на выходе выдает массив, размер которого равен (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ), типа: `double`.

4.2. Расчет псевдо-критической температуры  $T_{пк}$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.8.

- Функция принимает значение типа `integer`, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения `switch(int)` - case (5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Одна локальная переменная имеет тип: `integer` (для реализации счетчика), остальные тип: `double`,
- Функция на выходе выдает значение типа: `double`.

4.3. Расчет псевдо-критического давления  $P_{пк}$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.9.

- Функция принимает значение типа `integer`, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения `switch(int)` - case (5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Одна локальная переменная имеет тип: `integer` (для реализации счетчика), остальные тип: `double`,
- Функция на выходе выдает значение типа: `double`.

4.4. Расчет абсолютной температуры  $T_a$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.5.

- Локальная переменная имеет тип: `double`,
- Функция на выходе выдает значение типа: `double`.

4.5. Расчет абсолютного давления  $P_a$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.4.

- Локальная переменная имеет тип: `double`,
- Функция на выходе выдает значение типа: `double`.

#### 4.6. Расчет фактора сжимаемости в рабочих условиях $Z$

Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.10.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- В расчете для ПГ используется давление  $P_a$  в Мпа, необходимо учесть это и сделать перевод величины (см. [1] пункт 2.2.4),
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

#### 4.7. Расчет фактора сжимаемости в стандартных условиях $Z_c$

Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.11.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

#### 4.8. Расчет плотности при стандартных условиях $\rho_c$

Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.13.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- В расчете для ПГ используется давление  $P_a$  в Мпа, необходимо учесть это и сделать перевод величины (см. [1] пункт 2.2.4),
- Локальные переменные имеют тип: double, integer,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

#### 4.9. Расчет плотности в рабочих условиях $\rho$

Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.14.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- В расчете для ПГ используется давление  $P_a$  в Мпа, необходимо учесть это и сделать перевод величины (см. [1] пункт 2.2.4),
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.10. Расчет диаметра ИТ в рабочих условиях  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.1.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.11. Расчет диаметра СУ в рабочих условиях  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.1.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.12. Расчет относительного диаметра отверстия СУ  $\beta$  при рабочей температуре  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.1.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.13. Расчет перевода перепада давления в Па  $dP$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.4.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.14. Расчет коэффициента скорости входа  $E$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.3.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.15. Расчет коэффициента расширения  $\varepsilon$   
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.16.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Функция также вычисляет показатель адиабаты  $k$  (см. [1] пункт 2.2.15) необходимый для расчета коэффициента расширения  $\varepsilon$ ,
- В расчете для ПГ используется давление  $P_a$  в Мпа, необходимо учесть это и сделать перевод величины (см. [1] пункт 2.2.4),
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.16. Расчет коэффициента истечения **C**  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.18.

- Функция принимает значение, которое является результатом работы функции расчета **Re**(смотри пункт 4.20. настоящего документа) типа: double,
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.17. Расчет коэффициента поправки на закругление входной кромки СУ **K<sub>n</sub>**  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.2.

- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.18. Расчет вязкости **μ**  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.7.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- В расчете для ПГ используется давление **P<sub>a</sub>** в Мпа, необходимо учесть это и сделать перевод величины (см. [1] пункт 2.2.4),
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.19. Расчет коэффициента шероховатости **K<sub>ш</sub>**  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.20.

- Функция принимает значение, которое является результатом работы функции расчета **Re**(смотри пункт 4.20. настоящего документа) типа: double,
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.20. Расчет критерия Рейнольдса **Re**  
Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.22.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

4.21. Расчет объёмного расхода среды приведённого к стандартным условиям  **$Q_c$**

Алгоритм расчета описан в [1] пункт 2.2.23.

- Функция принимает значение типа integer, которое определяет, для какого газа проводить вычисления при помощи оператора переключения switch(int) - case (3 – ПГ, 5 – ДГ, 7 – КГ). Цифры соответствуют количеству составных компонент газа,
- Локальные переменные имеют тип: double,
- Функция на выходе выдает значение типа: double.

## **5. Список используемой литературы**

1. Математическое обеспечение. Алгоритм расчета доменного, коксового и природного газов. Челябинск, 2017.
2. Общеотраслевые руководящие методические материалы по созданию и применению автоматизированных систем управления технологическими процессами в отраслях промышленности. 1986.