



**ООО «СТП»**

## **РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

программного модуля по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
«Измерение расхода и количества жидкостей и газов  
методом переменного перепада давления»

программного комплекса «РАСХОДОМЕР ИСО»

## Содержание

### 1. Общие сведения

Область применения  
Системные требования  
Лицензионное соглашение

### 2. Расчет расхода измеряемой среды

Руководство по вводу исходных данных  
Пример расчета расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Отчет по расчету расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005

### 3. Проверка длин прямых участков трубопроводов на соответствие ГОСТ

Руководство по вводу исходных данных  
Пример проверки длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1-5:2005 на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Отчет по проверке длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1-5:2005 на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005

### 4. Расчет неопределенностей результата измерений

Руководство по вводу исходных данных  
Пример расчета неопределенности определения расхода на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Отчет по расчету неопределенности определения расхода на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005

### 5. Расчет минимальных необходимых длин прямых участков трубопроводов

Руководство по вводу исходных данных  
Пример расчета минимальных необходимых длин прямых участков измерительного трубопровода на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Отчет по расчету минимальных необходимых длин прямых участков измерительного трубопровода на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005

### 6. Расчет сужающего устройства с заданным верхним пределом дифманометра

Руководство по вводу исходных данных  
Пример расчета геометрических характеристик СУ с заданным верхним пределом дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Отчет по расчету геометрических характеристик СУ с заданным верхним пределом дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005

### 7. Расчет сужающего устройства с заданными потерями на СУ

**Руководство по вводу исходных данных**

**Пример расчета геометрических характеристик СУ с заданными потерями давления на СУ на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

**Отчет по расчету геометрических характеристик СУ с заданными потерями давления на СУ на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

## **8. Расчет верхнего предела дифманометра**

**Руководство по вводу исходных данных**

**Пример расчета верхнего предела дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

**Отчет по расчету верхнего предела дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

## **9. Дополнительные возможности**

**Паспорт**

**Загрузка и сохранение данных**

**Печать отчета**

**О программе**

## Общие сведения

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5-2005 программного комплекса «РАСХОДОМЕР-ИСО», предназначен для проведения автоматизированных расчетов расхода и количества жидкостей и газов на измерительных комплексах со стандартными сужающими устройствами, расчетов по определению неопределенности результатов измерений на измерительных комплексах со стандартными сужающими устройствами, расчетов и проверки геометрических размеров стандартных сужающих устройств и конструкций измерительных трубопроводов в соответствии с требованиями ГОСТ 8.586.1-05, ГОСТ 8.586.2-05, ГОСТ 8.586.3-05, ГОСТ 8.586.4-05, ГОСТ 8.586.5-05 и расчетов физико-химических свойств различных жидкостей и газов по ГСССД 6-78, ГСССД 6-89, ГСССД 98-86, ГСССД 4-78, ГСССД МР107, МИ 2412-97, МИ 2451-98, МИ 2311-94, ГОСТ 30319.1-96, ГОСТ 30319.2-96 и ГОСТ 30319.3-96.

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5-2005 программного комплекса «РАСХОДОМЕР-ИСО» предназначен для осуществления государственного метрологического контроля и надзора за измерительными комплексами на базе стандартных сужающих устройств.

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5-2005 программного комплекса «Расходомер ИСО» соответствует требованиям ГОСТ ИСО\МЭК 12119-2000

### **Системные требования:**

ОС Windows XP/NT/2000/Vista.

Монитор с разрешением не ниже 1024X768.

Доступ в Internet для регистрации и обновления программы и наличие E-mail.

### **Область применения:**

1. расчет значений расхода жидкостей и газов измерительными комплексами на базе стандартных сужающих устройств;
2. проектирование измерительных комплексов на базе стандартных сужающих устройств;
3. осуществление метрологического контроля и надзора юридическими лицами и государственного метрологического контроля и надзора за измерительными комплексами на базе стандартных сужающих устройств;
4. разработка и аттестация методик выполнения измерений расхода жидкостей и газов измерительными комплексами на базе стандартных сужающих устройств;
5. разработка технической документации на измерительные комплексы на базе стандартных сужающих устройств.

**Программный модуль по ГОСТ 8.586.5-2005 комплекса «Расходомер ИСО» позволяет выполнять следующие автоматизированные расчеты:**

а) Расчет значений расхода и количества жидкостей и газов в соответствии с ГОСТ 8.586.5-05;

б) Расчет неопределенности (погрешности) результата измерений расхода и количества жидкостей и газов в соответствии с ГОСТ 8.586.5-05;

в) расчет геометрических характеристик стандартных сужающих устройств и измерительных трубопроводов в соответствии с требованиями ГОСТ. 8.586.1-05, ГОСТ 8.586.2-05, ГОСТ 8.586.3-05, ГОСТ 8.586.4-05;

г) расчет физико-химических свойств жидкостей и газов в соответствии с ГСССД 6-78, ГСССД 6-89, ГСССД 98-86, ГСССД 4-78, МИ 2412-97, МИ 2451-98, МИ 2311-94, ГОСТ 30319.1-96, ГОСТ 30319.2-96, ГОСТ 30319.3-96,

в) Расчет верхнего предела преобразователя перепада давления;

г) Проверка и расчет длин прямых участков измерительного трубопровода (далее ИТ);

д) Расчет геометрических параметров сужающих устройств (далее СУ)

**Для расширения возможностей проведения автоматизированных расчетов предусмотрены дополнительные программные модуля:**

- по расчету физических свойств сложных многокомпонентных газовых и жидких смесей, для программного модуля по ГОСТ 8.586.5-2005, предусмотрен дополнительный модуль по расчету физико-химических свойств жидкостей и газов в соответствии с ГСССД МР107, ГСССД МР113-03, ГСССД МР136-07, ГСССД МР134-07, ГСССД МР118-05.

- по расчету расхода и геометрических параметров СУ на измерительных комплексах с ИТ внутренний диаметр которых превышает 1000 мм (по МИ 2588-2000).

- по расчету суточного количества жидкостей и газов по результатам планиметрирования дисковых и ленточных диаграмм и показаний интеграторов.

#### **Лицензионное соглашение:**

Программа допускается к применению только при наличии разрешающего письма Метрологического центра ООО «СТП». Использование программы без разрешающего письма, влечет за собой нарушение авторских прав.

Каждая копия программы защищена индивидуальным программным регистрационным ключом. Передача регистрационного ключа незарегистрированному пользователю, без согласования с разработчиком, запрещается.

Регистрационный ключ является гарантией технической поддержки и сопровождения программы разработчиком.

Срок действия программы без регистрационного ключа - 10 запусков.

Разработчик не несет ответственности за потери информации, повреждения, убытки или другие потери, полученные в результате использования данного продукта.

Вы не можете использовать, копировать, эмулировать, создавать новые версии, сдавать в наем или аренду, продавать, изменять, декомпилировать, дизассемблировать, изучать код программы другими способами, передавать программу или любые из ее составляющих, иначе, чем определено настоящим лицензионным соглашением.

Любое такое нелегальное использование означает автоматическое и немедленное прекращение действия настоящего соглашения и может преследоваться по закону.

**Контакты: 420029, г. Казань, ул. Сибирский тракт 34, корп. 013, офис 306**

**Адрес местонахождения:**

**РФ, 420107, г. Казань, ул. Петербургская 50, офис 526, 527, 506**

**тел: (843) 214-20-98, 214-03-76**

**факс: (843) 227-40-10, 227-40-88**

**e-mail: office@ooostp.ru**

**http://www.ooostp.ru**

## Расчет расхода измеряемой среды

### Руководство по вводу исходных данных

Для выполнения расчета расхода измеряемой среды необходимо установить соответствующий переключатель (Расчет расхода) на вкладке «Вид расчета» рис.7

В соответствующих полях данной вкладки также указываются:

Название измерительного комплекса

Ф. И. О. исполнителя

Номер расчета

The screenshot shows a software window titled "Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»". The window has a menu bar with "Исходные данные", "Отчёт", "О программе", and "Выход". Below the menu bar are three tabs: "Вид расчёта" (selected), "Измеряемая среда", and "Технологические параметры".

The main area contains several input fields and checkboxes:

- "Название измерительного комплекса" (Name of the measuring complex): **Орская ТЭЦ-1 (основная нитка-новая диафрагма)**
- "Исполнитель" (Executor): **Яценко И.А.**
- "Номер расчета" (Calculation number): **3**

Below these fields are three groups of controls:

- Вид расчёта** (Calculation type):
  - Расчёт расхода (Calculation of flow rate)
  - Расчёт сужающего устройства (Calculation of a constriction device)
  - Расчёт верхнего предела дифманометра (Calculation of the upper limit of a differential manometer)
- Длины прямых участков трубопроводов** (Lengths of straight pipe sections):
  - Рассчитать минимальные необходимые (Calculate minimum necessary)
  - Проверить на соответствие ГОСТ (Check for compliance with GOST)
- Расчёт неопределенностей** (Calculation of uncertainties):
  - выполнить (Execute)

At the bottom center of the window is a large button labeled **Вычислить** (Calculate).

Рис. 7. Окно вкладки «Вид расчета»

Далее необходимо перейти к вкладке «Измеряемая среда» рис.8

**Среда:** Движущаяся по измерительному трубопроводу среда (жидкость или газ, в том числе сухой насыщенный или перегретый пар), расход и/или количество которой подлежит определению

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- АГА8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 258.15 K

Перепад давления 6.3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 8. Окно вкладки «Измеряемая среда». Общий вид.

В окне выбирается:

- измеряемая среда (из выпадающего списка: природный газ; вода; перегретый пар; воздух; азот; диоксид углерода; аммиак; ацетилен; насыщенный пар; другая измеряемая среда) рис. 9

Пар, находящийся в равновесии с жидкостью, называется насыщенным.

Пар, имеющий температуру более высокую, чем температура кипения при данном давлении, называется перегретым.

Это необходимо для дальнейших расчетов физических свойств измеряемой среды в уравнении расхода.

При измерении расхода и количества жидкости необходимо знать значение ее плотности и вязкости.

При измерении расхода и количества газа определяют его плотность, вязкость и показатель адиабаты, а в случае измерений расхода и количества газа, приведенных к стандартным условиям, дополнительно - плотность при стандартных условиях.

Физические свойства среды могут быть определены путем прямых измерений или косвенным методом на основе данных, аттестованных в качестве стандартных справочных данных категорий СТД или СД (см. ГОСТ 8.566).

Плотность среды, показатель адиабаты и вязкость среды определяют для условий (температуры и давления) в плоскости отверстий, предназначенных для измерения статического давления до СУ.

Требования к методам определения и средствам определения плотности среды приведены в 6.4.1 ГОСТ 8.586.5.

При отсутствии справочных данных о значениях показателя адиабаты или методов его расчета вместо показателя адиабаты может быть использовано значение отношения удельной теплоемкости при постоянном давлении к удельной теплоемкости при постоянном объеме.

Вязкость среды может быть непосредственно измерена или рассчитана с помощью эмпирических или теоретических уравнений, или определена графо-аналитическим методом.

Требования к методам определения и СИ плотности газа при стандартных условиях приведены в 6.4.2 ГОСТ 8.586.5.

### **Свойства среды**

Среда может быть либо сжимаемой (газ, в том числе сухой насыщенный и перегретый пар), либо несжимаемой (жидкость).

Среда должна быть однофазной и однородной по физическим свойствам. Коллоидные растворы с высокой степенью дисперсности (например, молоко), допускается считать однофазными.

**П р и м е ч а н и е 1** — среда считается однородной, если ее свойства (состав, плотность, давление и др.) изменяются в пространстве непрерывно.

**П р и м е ч а н и е 2** — среда считается однофазной, если все ее составляющие части принадлежат к одному и тому же жидкому или газообразному состоянию.

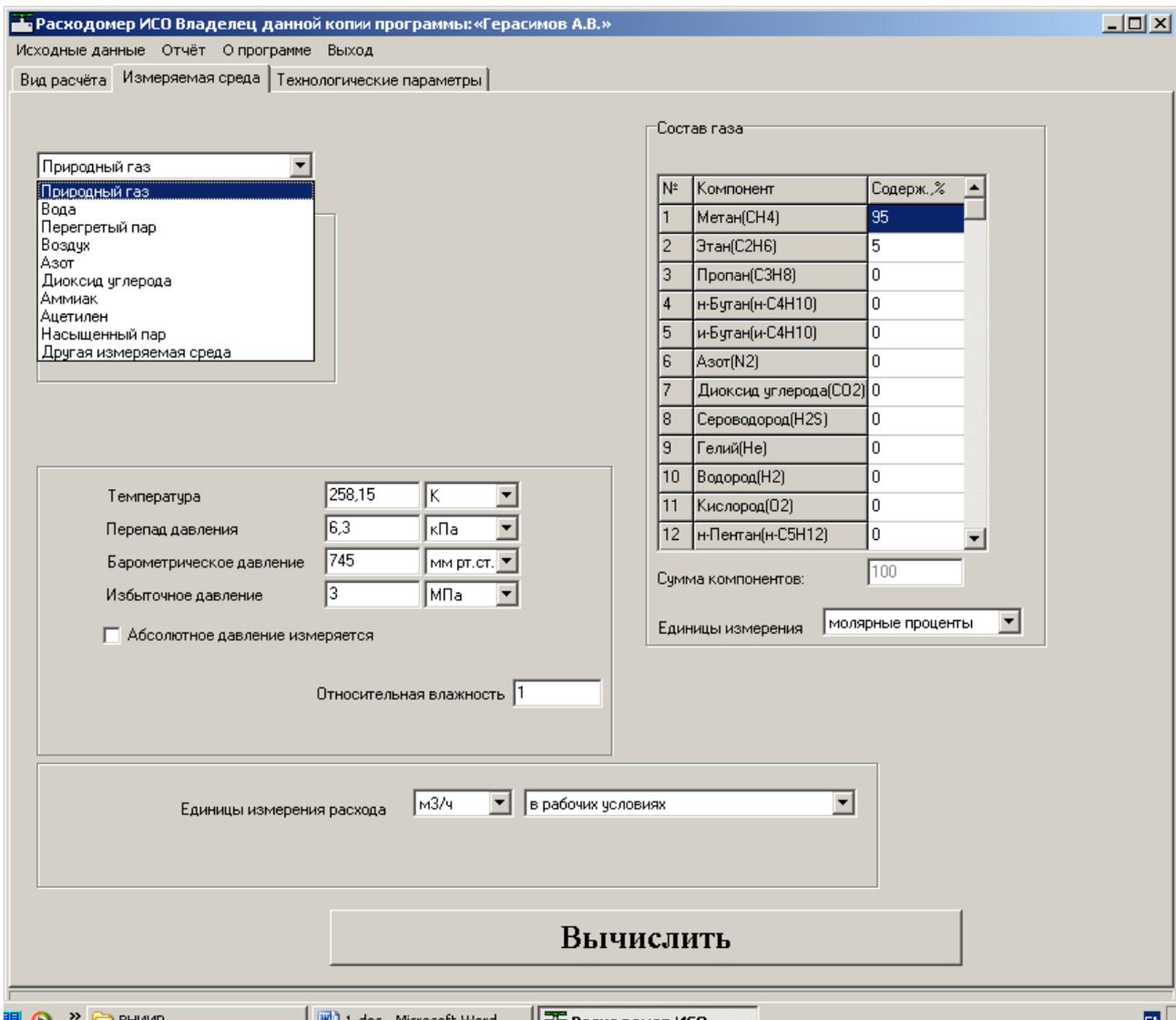


Рис. 9. Окно вкладки «Измеряемая среда» (выпадающий список «Измеряемая среда»)

Расчет физических свойств природного газа производится в соответствии с ГОСТ 30319(0-3)-96

- метод расчета коэффициента сжимаемости (установкой соответствующего переключателя: ВНИЦ СМВ – при добыче и переработке газа; AGA8-92DC; GERG 91 мод. - при транспортировании газа по магистральным газопроводам; NX-19 мод. – при распределении газа потребителям)

Область применения для метода NX-19 мод.:  $32 \leq H_{с.в.}, \text{МДж} / \text{м}^3 \leq 40$ ;  
 $0,66 \leq \rho_c, \text{кг} / \text{м}^3 \leq 1,05$ ;  $0 \leq x_a, \text{мол.}^\circ / \circ \leq 15$ ;  $0 \leq x_y, \text{мол.}^\circ / \circ \leq 15$ ;  
 $250 \leq T, \text{K} \leq 340$ ;  $0,1 \leq p, \text{МПа} \leq 12,0$

Область применения для метода GERG 91 мод.  $20 \leq H_{с.в.}, \text{МДж} / \text{м}^3 \leq 48$ ;  
 $0,66 \leq \rho_c, \text{кг} / \text{м}^3 \leq 1,05$ ;  $0 \leq x_a, \text{мол.}^\circ / \circ \leq 15$ ;  $0 \leq x_y, \text{мол.}^\circ / \circ \leq 15$ ;  
 $250 \leq T, \text{K} \leq 340$ ;  $0,1 \leq p, \text{МПа} \leq 12,0$

Область применения для метода AGA8-92DC:  $20 \leq H_{c.v.}, \text{ МДж/м}^3 \leq 48$ ;  
 $0,66 \leq \rho_c, \text{ кг/м}^3 \leq 1,05$ ;  $0 \leq x_a, \text{ мол.}^\circ/\circ \leq 15$ ;  $0 \leq x_y, \text{ мол.}^\circ/\circ \leq 15$ ;  
 $250 \leq T, \text{ К} \leq 340$ ;  $0,1 \leq p, \text{ МПа} \leq 12,0$

Область применения для метода ВНИЦ СМВ:  $20 \leq H_{c.v.}, \text{ МДж/м}^3 \leq 48$ ;  
 $0,66 \leq \rho_c, \text{ кг/м}^3 \leq 1,05$ ;  $0 \leq x_a, \text{ мол.}^\circ/\circ \leq 15$ ;  $0 \leq x_y, \text{ мол.}^\circ/\circ \leq 15$ ;  
 $250 \leq T, \text{ К} \leq 340$ ;  $0,1 \leq p, \text{ МПа} \leq 12,0$

$x_a$  - молярная доля содержания азота, %;

$x_a$  - молярная доля содержания диоксида углерода, %;

$\rho_c$  - плотность газа при стандартных условиях;

$H_{c.v.}$  - высшая удельная теплота сгорания.

Область применения методики расчета физических свойств воды:

- по давлению  $0,001 \leq p, \text{ МПа} \leq 100$  (при  $p > p_s$ );
- по температуре  $273,15 \leq T, \text{ К} \leq 1273,15$  (1073,15) или  $0 \leq t, \text{ }^\circ\text{C} \leq 1000$  (800), значения температуры в скобках относятся к коэффициенту динамической вязкости.

Область применения методики расчета физических свойств перегретого пара:

- по давлению  $0,0005 \leq p, \text{ МПа} \leq 100$  (при  $p < p_s$ );
- по температуре  $273,16 \leq T, \text{ К} \leq 1273,15$  (1073,15) или  $100 \leq t, \text{ }^\circ\text{C} \leq 1000$  (800), значения температуры в скобках относятся к коэффициенту динамической вязкости.

Область применения методики расчета физических свойств воздуха:

Абсолютное давление от 0,1 до 10 МПа,  
Температура от 200 до 425 К, или от -73 до 151 °С.

Область применения методики расчета физических свойств азота:

Абсолютное давление от 0,1 до 10 МПа,  
Температура от 200 до 425 К, или от -73 до 151 °С.

Область применения методики расчета физических свойств диоксида углерода:

Абс. Давление от 0,1 до 10 МПа,  
Температура от 220 до 425 К, или от -53 до 151 °С.

Область применения методики расчета физических свойств аммиака:

Абсолютное давление от 0,1 до 10 МПа,  
Температура от 200 до 425 К, или от -73 до 151 °С.

Область применения методики расчета физических свойств ацетилена:

Абс. Давление от 0,1 до 10 МПа,  
Температура от 220 до 425 К, или от -53 до 151 °С.

Область применения методики расчета физических свойств насыщенного пара:

- по давлению  $0,00062 \leq p, \text{ МПа} \leq 21,5$  (при  $p = p_s$ );
- по температуре  $273,16 \leq T, \text{ К} \leq 645$  или  $0,01 \leq t, \text{ }^\circ\text{C} \leq 371,85$ .
- по степени сухости  $0 \leq x \leq 1$

- температура измеряемой среды (единицы измерения выбираются из выпадающего списка: град. С; К) рис. 10

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределённостей

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- АГА8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 2 град.С

Перепад давления 16000 град.С  
К

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %	Основ.	Доп.
1	Метан(CH4)	95	0	0
2	Этан(C2H6)	5	0	0
3	Пропан(C3H8)	0	0	0
4	н-Бутан(н-C4H10)	0	0	0
5	и-Бутан(и-C4H10)	0	0	0
6	Азот(N2)	0	0	0
7	Диоксид углерода(CO2)	0	0	0
8	Сероводород(H2S)	0	0	0
9	Гелий(He)	0	0	0
10	Водород(H2)	0	0	0
11	Кислород(O2)	0	0	0
12	н-Пентан(н-C5H12)	0	0	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м3/ч в стандартных условиях

**Вычислить**

Рис. 10. Окно вкладки «Измеряемая среда». Выбор единиц измерения температуры.

Для расчета сред, не приведенных в списке необходимо выбрать элемент списка “другая измеряемая среда” рис. 11

В этом случае появятся поля для ввода названия среды; переключатели для выбора состояния среды: пар; газ; жидкость;

При выборе переключателя «газ» появятся поля для ввода свойств среды: плотность в рабочих условиях  $\text{кг/м}^3$ ; динамическая вязкость  $\text{мкПа с}$ ; показатель адиабаты; плотность в стандартных условиях  $\text{кг/м}^3$ ; рис. 11

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Другая измеряемая среда

Название среды  
 Название

газ
  пар
  жидкость

Свойства среды

Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup> 0

Динамическая вязкость 0 мкПа·с

Показатель адиабаты 0

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис.11. Окно вкладки «Измеряемая среда» для элемента списка «Другая измеряемая среда»

При выборе переключателя «пар» появятся поля для ввода свойств среды: плотность в рабочих условиях  $\text{кг/м}^3$ ; динамическая вязкость  $\text{мкПа}\cdot\text{с}$ ; показатель адиабаты; рис. 12

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Другая измеряемая среда

Название среды

Название

газ  пар  жидкость

Свойства среды

Плотность в рабочих условиях,  $\text{кг/м}^3$  0

Динамическая вязкость 0  $\text{мкПа}\cdot\text{с}$

Показатель адиабаты 0

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода  $\text{м}^3/\text{ч}$  в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 12 Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе переключателя «Пар»

При выборе переключателя «жидкость» появятся поля для ввода свойств среды: плотность в рабочих условиях  $\text{кг/м}^3$ ; динамическая вязкость  $\text{мкПа}\cdot\text{с}$ ; рис. 13

Рис. 13 Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе переключателя «Жидкость»

Эти данные выбираются из справочников и заносятся в соответствующие поля.

### Определение температуры среды

Для расчета физических свойств среды необходима информация о ее температуре до СУ в сечении ИТ, предназначенном для отбора статического давления. Для исключения влияния ПТ или его защитной гильзы (при ее наличии) на распределение скоростей потока в этом сечении его размещают до или после СУ на некотором расстоянии от СУ.

Требования к СИ температуры и размещению ПТ на ИТ с учетом обеспечения малой разности температуры в сечении для отбора давления и сечении, выбранном для ее измерения, приведены в 6.3 ГОСТ 8.586.5.

- перепад давления на СУ (единицы измерения выбираются из выпадающего списка: Па; кПа; МПа; бар; кгс/см<sup>2</sup>; кгс/м<sup>2</sup>; мм рт.ст.; мм вод.ст.) рис. 14

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 кПа

Избыточное давление 3 кПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 14 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения перепада давления)

- барометрическое давление (единицы измерения выбираются из выпадающего списка: Па; кПа; Мпа; бар; кгс/см<sup>2</sup>; кгс/м<sup>2</sup>; мм рт.ст.; мм вод.ст.) рис. 15

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМБ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Температура 258,15 К  
 Перепад давления 6,3 кПа  
 Барометрическое давление 745 мм рт.ст.  
 Избыточное давление 3 Па  
 Абсолютное давление измеряется  
 Относительная мм рт.ст.

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100  
 Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 15 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения барометрического давления)

- - избыточное давление(единицы измерения выбираются из выпадающего списка: Па; кПа; Мпа; бар; кгс/см<sup>2</sup>; кгс/м<sup>2</sup>; мм рт.ст.; мм вод.ст.) рис. 16

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная

Па  
кПа  
МПа  
бар  
кгс/см<sup>2</sup>  
кгс/м<sup>2</sup>  
мм рт.ст.  
мм вод.ст.

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 16 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения избыточного давления)

- если на измерительном комплексе применяется система измерения абсолютного давления, то устанавливается флажок «Абсолютное давление измеряется» (при этом изменяются поля для ввода характеристик измеряемой среды) рис. 17

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- АГА8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 258.15 К

Перепад давления 6.3 кПа

Абсолютное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

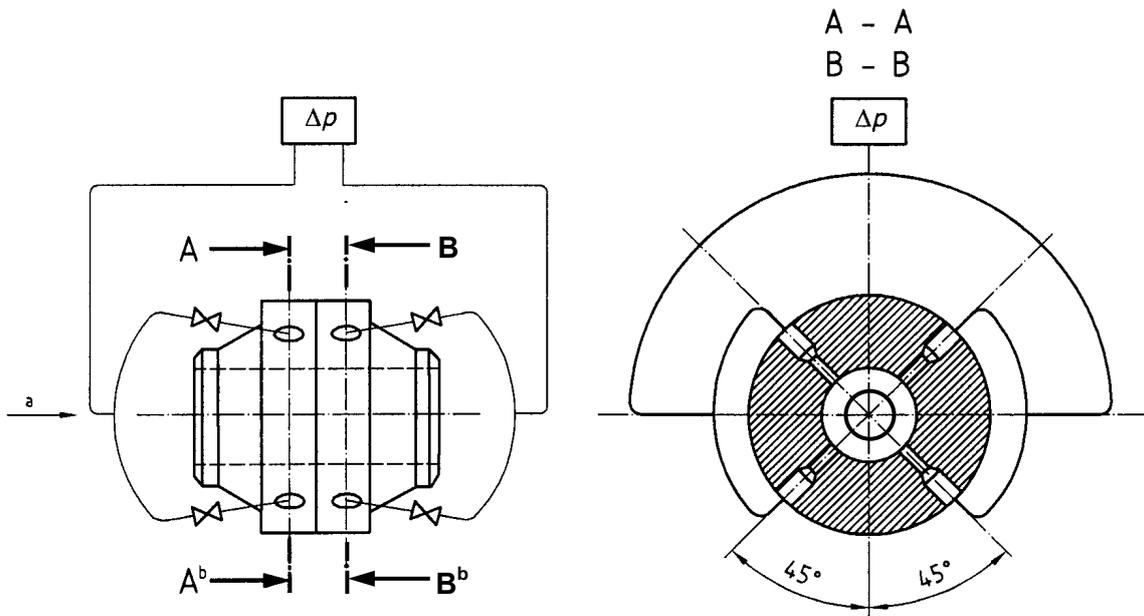
Рис. 17 Окно вкладки «Измеряемая среда» (установка флажка «Абсолютное давление измеряется»)

### Определение давления среды и перепада давления на сужающем устройстве

Давление среды, а также перепад давления на сужающем устройстве измеряют методами и СИ, соответствующими требованиям ГОСТ 8.586.5.

Отбор статического давления выполняют с помощью либо отдельных отверстий в стенках ИТ или фланцах, либо нескольких взаимно соединенных отверстий, либо с помощью кольцевой щели (сплошной или прерывистой), выполненной в камере усреднения (см. 5.2 ГОСТ 8.586.2; 5.1.5 и 5.3.3 ГОСТ 8.586.3; 5.4 ГОСТ 8.586.4).

При применении нескольких взаимно соединенных отверстий для отбора статического давления до СУ, после СУ, или в горловине СУ их рекомендуется соединять по схеме (на примере стандартной диафрагмы), представленной на рисунке 18.



- a Поток  
b Сечение А - А (до СУ) и сечения В - В (после СУ)

Рис. 18 — Схема соединения нескольких отверстий для отбора статического давления

При измерении расхода газа давление среды рекомендуется измерять через отдельное отверстие в ИТ или в камере усреднения давления до СУ при ее наличии.

Допускается применение одного и того же отверстия для отбора статического давления с целью измерения перепада давления на СУ и измерения давления среды.

Требования к СИ давления среды и перепада давления и их монтажу приведены в 6.2 ГОСТ 8.586.5.

- относительная влажность (вводится в долях единицы)

#### **Определение влажности газа**

Относительную влажность газа (в долях единицы) определяют как отношение парциального давления водяного пара, содержащегося во влажном газе, к максимально возможному его парциальному давлению при данной температуре или как отношение плотности водяного пара во влажном газе к наибольшей возможной плотности пара при одних и тех же давлении  $P$  и температуре  $T$ .

$$\varphi = \frac{P_{вп}}{P_{вп \max}} = \frac{\rho_{вп}}{\rho_{вп \max}}$$

Для определения влажности газа применяют влагомеры любого типа, измеряющие температуру конденсации паров влаги (температуру точки росы), массовое и объемное содержание водяных паров в единице объема измеряемого газа.

При определении места отбора проб руководствуются требованиями 6.4.2.2. ГОСТ 8.586.5—2005.

Влажность природных газов определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 20060 ГОСТ Р 53763.

- единицы измерения расхода (единицы измерения выбираются из выпадающего списка: кг/с; кг/ч; т/с; т/ч – для массового расхода; м<sup>3</sup>/с; м<sup>3</sup>/ч; л/с; л/мин – для объемного расхода) рис. 19

**Объемный расход среды:** Объем среды при рабочих условиях, протекающей через отверстие сужающего устройства в единицу времени.

**Массовый расход среды:** Масса среды, протекающей через отверстие сужающего устройства в единицу времени.

**Объемный расход среды, приведенный к стандартным условиям:** Объемный расход среды, приведенный к условиям по ГОСТ 2939 - абсолютное давление 0,101325 МПа, температура 20 °С (далее – стандартные условия).

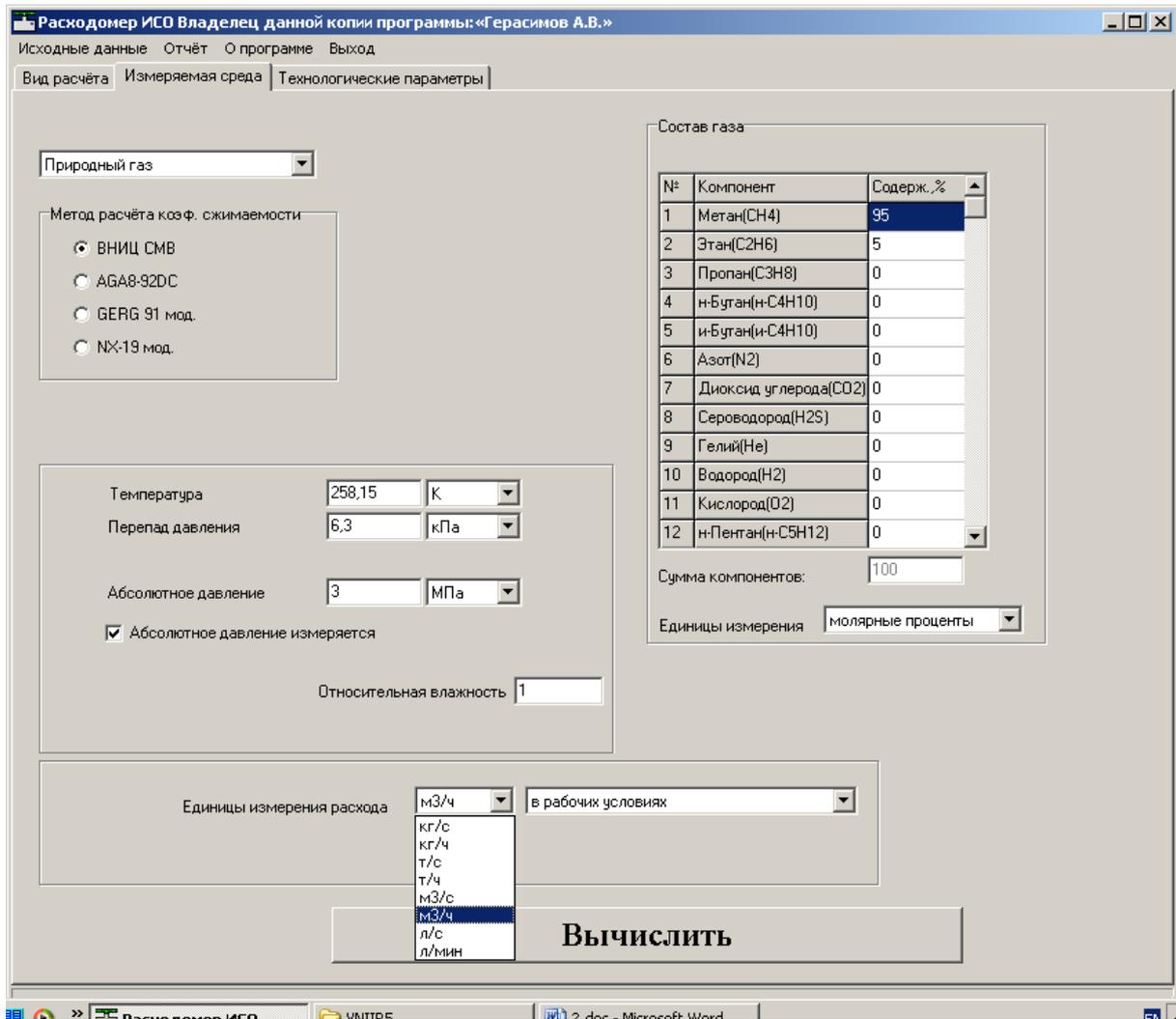


Рис. 19 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения расхода)

- условия измерения (выбираются из выпадающего списка: в стандартных условиях; в рабочих условиях) рис. 20

**Рабочие условия:** Давление и температура, при которых выполняют измерение ее расхода и/или количества.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИИ СМВ  
 AG48-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Температура 258,15 К  
 Перепад давления 6,3 кПа  
 Барометрическое давление 745 мм рт.ст.  
 Избыточное давление 3 МПа  
 Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч

в рабочих условиях  
 в рабочих условиях  
 в стандартных условиях

**Вычислить**

Рис. 20 Окно вкладки «Измеряемая среда» (установка условий измерения расхода)

- состав газа указывается в % содержании. (для метода расчета ВНИЦ СМВ и AGA8-92DC указывается полный компонентный состав; для метода расчета GERG 91 мод. и NX-91 мод. указывается сокращенный компонентный состав)
- сумма компонентов
- единицы измерения состава газа (выбираются из выпадающего списка: молярные проценты; объемные проценты) рис. 21

### Определение компонентного состава

Для определения компонентного состава среды применяют хроматографы любого типа, не изменяющие состав этой среды.

При определении места отбора проб руководствуются требованиями 6.4.2.2. ГОСТ 8.586.5—2005. Компонентный состав определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 31371.1-7-2008 (взамен ГОСТ 23781), ГОСТ 10679.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ

AGA8-92DC

GERG 91 мод.

NX-19 мод.

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж.%
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 21 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения компонентного состава)

Относительная влажность измеряемой среды указывается в долях единицы. Рис. 22

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Воздух

Температура 258,15 К

Перепад давления 6,3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Единицы измерения расхода м3/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 22 Окно вкладки «Измеряемая среда» (выбор единиц измерения относительной влажности)

Для насыщенного пара указывается степень сухости насыщенного водяного пара кг/кг (в долях единицы) рис. 23

Степенью сухости  $x$  двухфазной смеси называется отношение массы сухого насыщенного пара, содержащегося в смеси  $G_n$ , к общей массе смеси  $G$ :

$$x = \frac{G_n}{G}.$$

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Насыщенный пар

Температура 258.15 К

Перепад давления 6.3 кПа

Барометрическое давление 745 мм рт.ст.

Избыточное давление 3 МПа

Абсолютное давление измеряется

Степень сухости насыщенного водяного пара, кг/кг 1

Единицы измерения расхода м3/ч

**Вычислить**

Рис. 23 Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе элемента списка «Насыщенный пар»

**Вкладка «Технологические параметры»**

Окно вкладки «Технологические параметры» представлено на рис. 24.

В окне выбирается:

- тип сужающего устройства (выбирается из выпадающего списка: диафрагма; сопло ИСА1932; эллипсное сопло; сопло Вентури; труба Вентури)

**Сужающее устройство:** Техническое устройство, устанавливаемое в измерительном трубопроводе, со сквозным отверстием для создания перепада давления среды путем местного уменьшения площади сечения трубопровода (сужения потока).

**Диафрагма:** Тип стандартного сужающего устройства, выполненного в виде тонкого диска с отверстием, имеющем со стороны входа потока острую прямоугольную кромку.

**Сопло:** Тип стандартного сужающего устройства, имеющего плавно сужающуюся часть на входе, переходящую на выходе в горловину.

**Сопло ИСА 1932:** Сопло, у которого плавно сужающаяся часть на входе образована дугами двух радиусов, сопрягающимися по касательной.

**Эллипсное сопло:** Сопло, у которого плавно сужающаяся часть на входе имеет в радиальном сечении профиль в виде четвертой части эллипса.

**Сопло Вентури:** Сопло, которое состоит из входной части в виде сопла ИСА 1932, горловины и выходной части в виде расходящегося конуса (диффузора).

**Труба Вентури:** Тип стандартного сужающего устройства, который состоит из входного цилиндрического участка, сходящейся конической части (конфузора), горловины и расходящейся конической части (диффузора).

- вкладка “сужающее устройство” или “трубопровод”

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | **Технологические параметры**

Диафрагма

- Диафрагма
- Сопло ИСА1932
- Эллипсное сопло
- Сопло Вентури
- Труба Вентури

фланцевый

трёхрадиусный

Сужающее устройство Трубопровод

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 51

Материал Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,05 Измеряется

Период поверки, год 1

**Вычислить**

Рис. 24 Окно вкладки «Технологические параметры»

Для диафрагмы выбирается:

- способ отбора давления (установкой соответствующего переключателя: угловой; фланцевый; трёхрадиусный)

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 51

Материал Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)

Дополнительно для диафрагмы

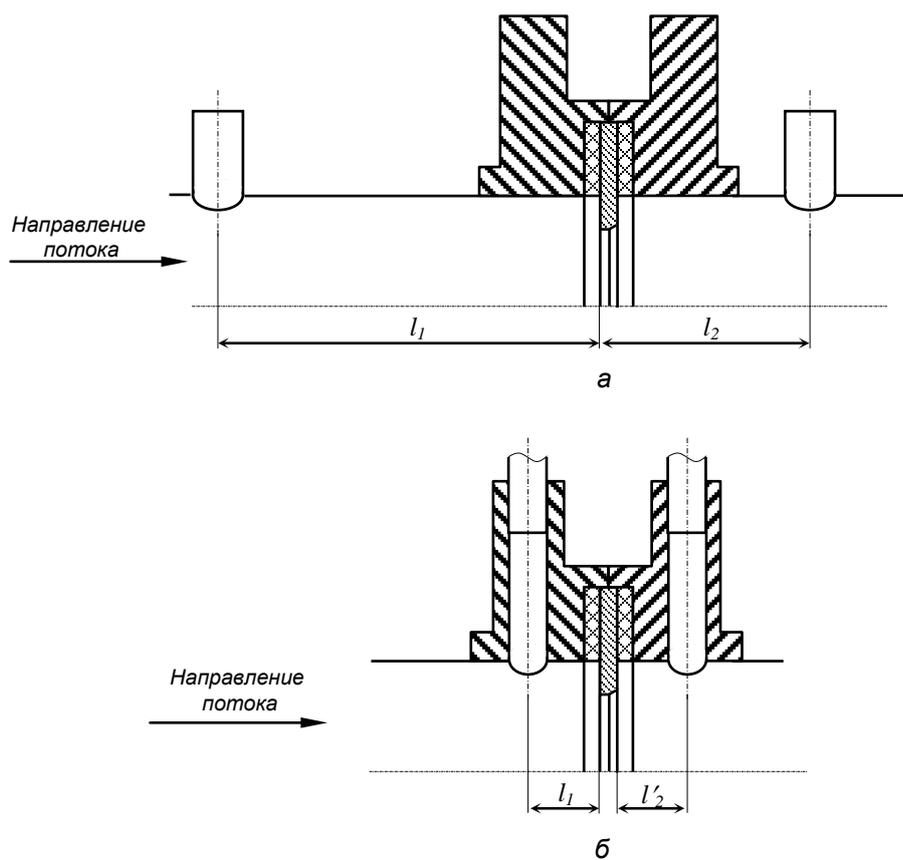
Радиус закругления входной кромки, мм 0,05 Измеряется

Период поверки, год 1

**Вычислить**

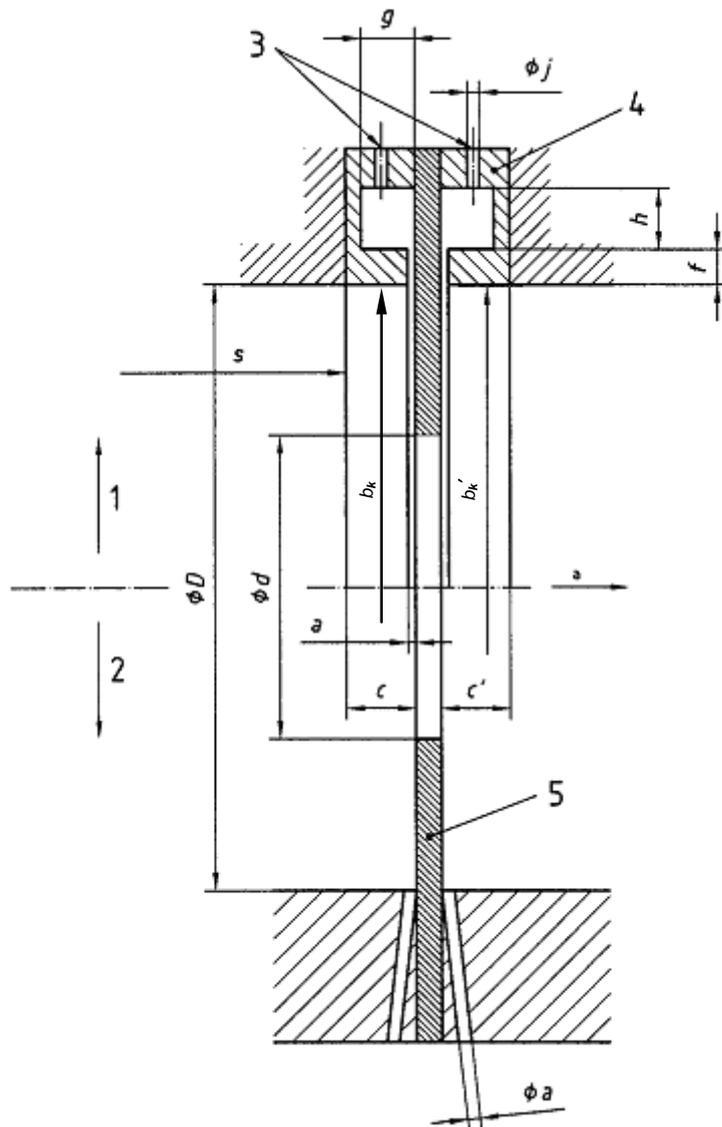
Рис. 25 Окно вкладки «Технологические параметры» для диафрагмы

Каждый из способов отбора давления представлен на рис. 26



а – трехрадиусный отбор; б – фланцевый отбор.

Рис. 26 – Расположение отверстий для трехрадиусного и фланцевого способов отбора давления



### Обозначения

- 1 камеры усреднения
- 2 отдельные отверстия
- 3 отверстия
- 4 корпус камеры усреднения
- 5 диафрагма
- <sup>a</sup> Направление потока
- f* глубина щели
- $b_k, b'_k$  - внутренний диаметр корпуса камеры усреднения

- $c, c'$  - длина корпуса камеры усреднения
- a* - ширина кольцевой щели или диаметр отдельного отверстия
- s* - расстояние от уступа до камеры усреднения
- g, h* - размеры корпуса камеры усреднения
- j* - диаметр отверстия в камере для передачи давления на СИ

Рис. 27 — Схема расположения угловых отверстий для отбора давления

На вкладке “сужающее устройство” для всех типов сужающих устройств указывается:

- внутренний диаметр в стандартных условиях, мм

- материал (из выпадающего списка)

**Диаметр отверстия сужающего устройства:** Диаметр части отверстия сужающего устройства, имеющей минимальную площадь поперечного сечения.

**Относительный диаметр отверстия сужающего устройства:** Отношение диаметра отверстия сужающего устройства к внутреннему диаметру измерительного трубопровода перед сужающим устройством при температуре среды:

$$\beta=d/D$$

**Примечание** — Для трубы Вентури в качестве внутреннего диаметра измерительного трубопровода перед сужающим устройством принимается внутренний диаметр цилиндрической части входного участка.

Рис. 28 Окно вкладки «Технологические параметры» (указание радиуса закругления входной кромки)

Дополнительно для диафрагмы указывается

- радиус закругления входной кромки, мм (уточняется: “измеряется” или “определяется визуально”)
- период поверки или текущее время эксплуатации, год

**Радиус входной кромки диафрагмы:** Радиус дуги окружности, вписанной в прямой угол между образующей отверстия диафрагмы и ее входной плоскостью, являющейся огибающей профиля кромки.

Входная кромка считается острой, если радиус закругления кромки  $r_k \leq 0,0004d$ .

**Межконтрольный интервал (период проверки):** Промежуток времени между двумя очередными актами контроля геометрических характеристик сужающего устройства и состояния его поверхности на соответствие требованиям настоящего комплекса стандартов.

Рис. 29 Окно вкладки «Технологические параметры» (указание текущего периода проверки или текущего времени эксплуатации)

Для труб Вентури указывается тип входной конической части (установкой соответствующего переключателя: сварная; литая; обработанная)

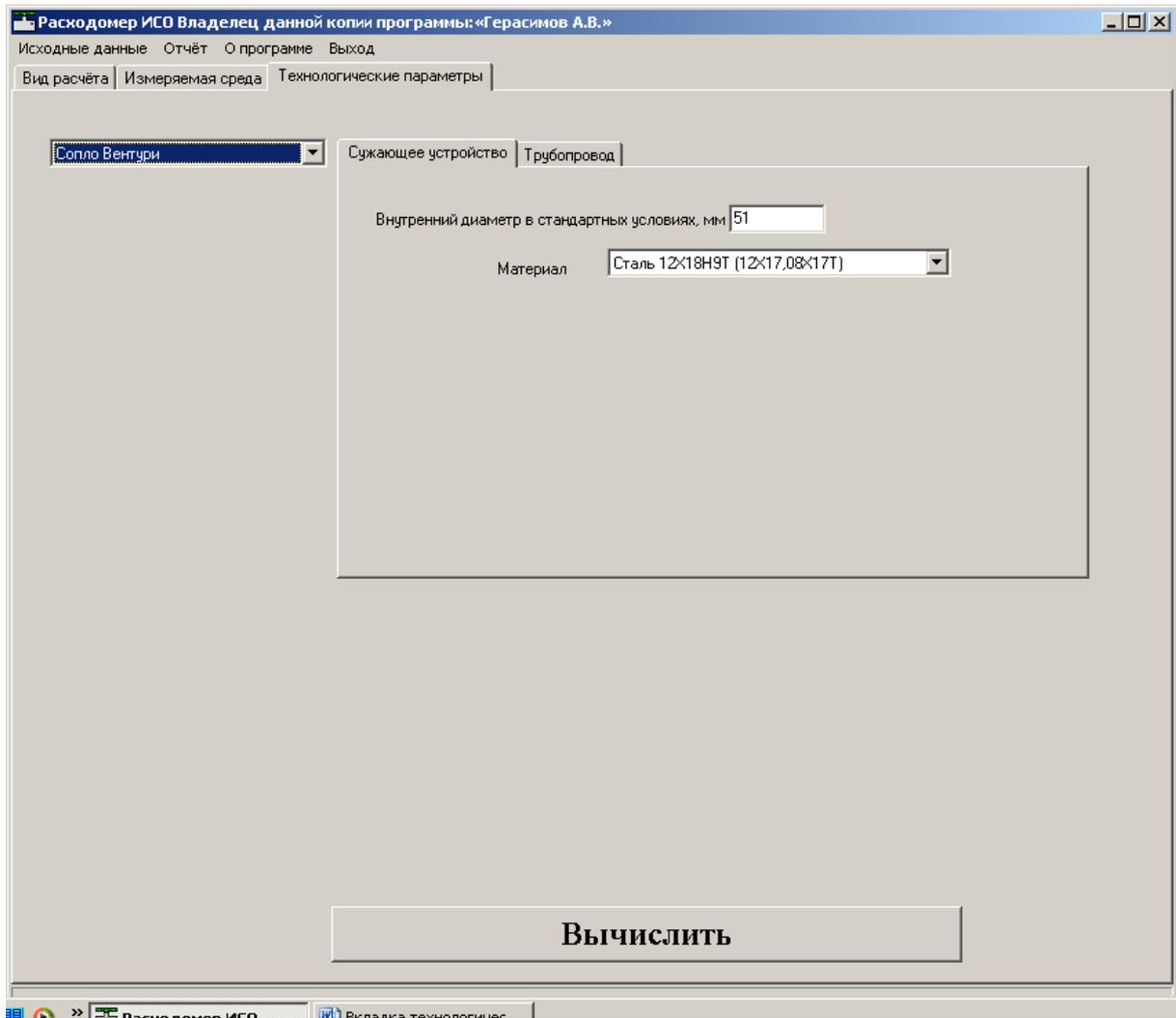


Рис. 30 Окно вкладки «Технологические параметры» для сопла Вентури

На вкладке “трубопровод” для всех типов сужающих устройств, кроме трубы Вентури указывается:

- внутренний диаметр в стандартных условиях, мм
- эквивалентная шероховатость стенки, мм (дополнительно указывается “выбирается из таблицы” или “измеряется”)

**Эквивалентная шероховатость:** Шероховатость, равная равномерной песочной шероховатости, значение которой дает такой же коэффициент гидравлического сопротивления, как и фактическая шероховатость.

Примечание — Высота эквивалентной шероховатости может быть определена экспериментально, взята из справочных таблиц или вычислена по приближенной формуле

$$R_{III} = \pi Ra$$

- материал (из выпадающего списка)

Рис. 31 Окно вкладки «Технологические параметры» (вкладка «Трубопровод» для диафрагмы)

Для трубы Вентури на вкладке «трубопровод» указывается:

- внутренний диаметр в стандартных условиях, мм
- материал (из выпадающего списка)

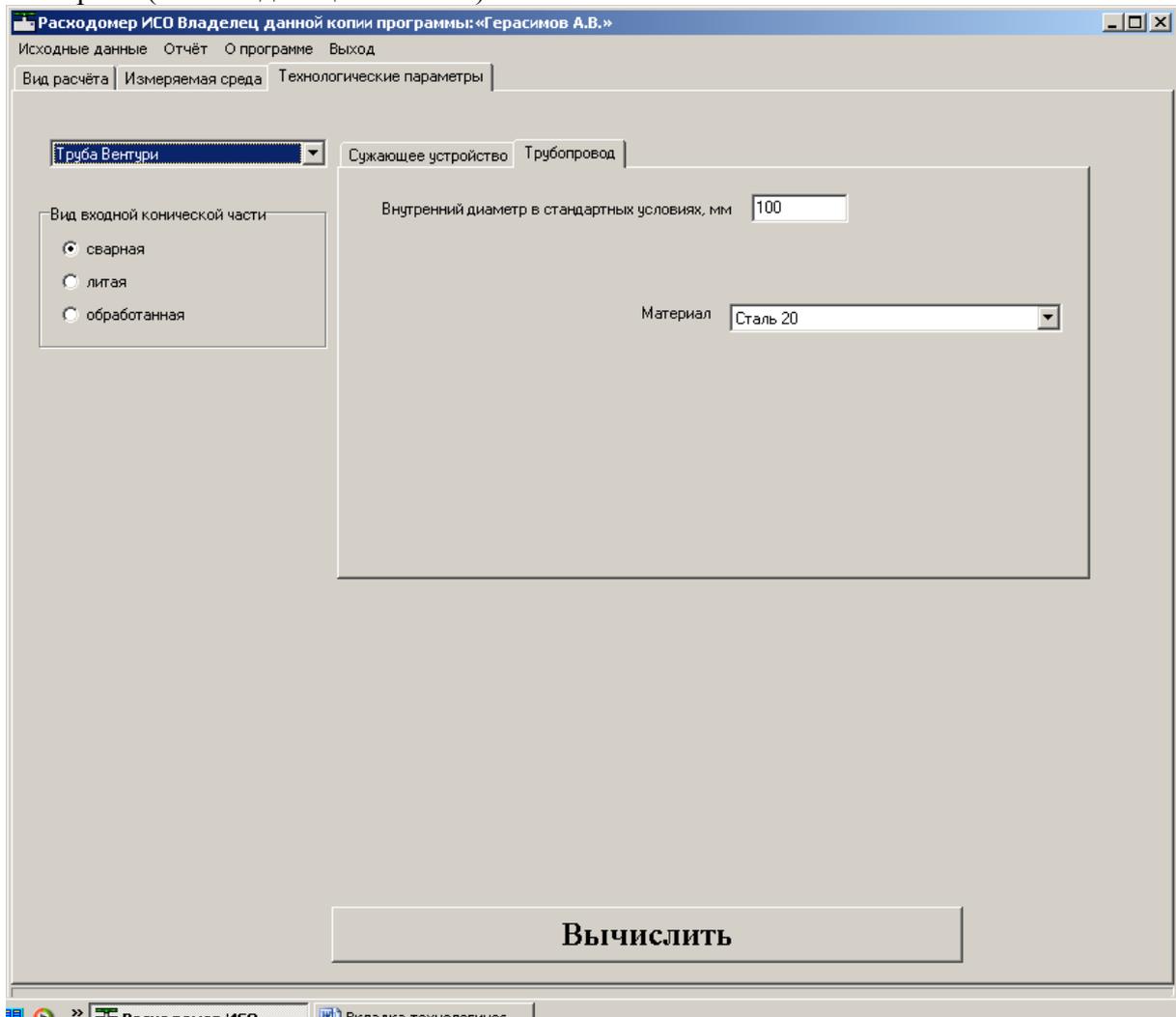


Рис. 32 Окно вкладки «Технологические параметры» (вкладка «Трубопровод» для трубы Вентури)

Если материал, из которого изготовлено сужающее устройство или трубопровод не присутствует в выпадающем списке, то для него выбирается элемент «другой материал»

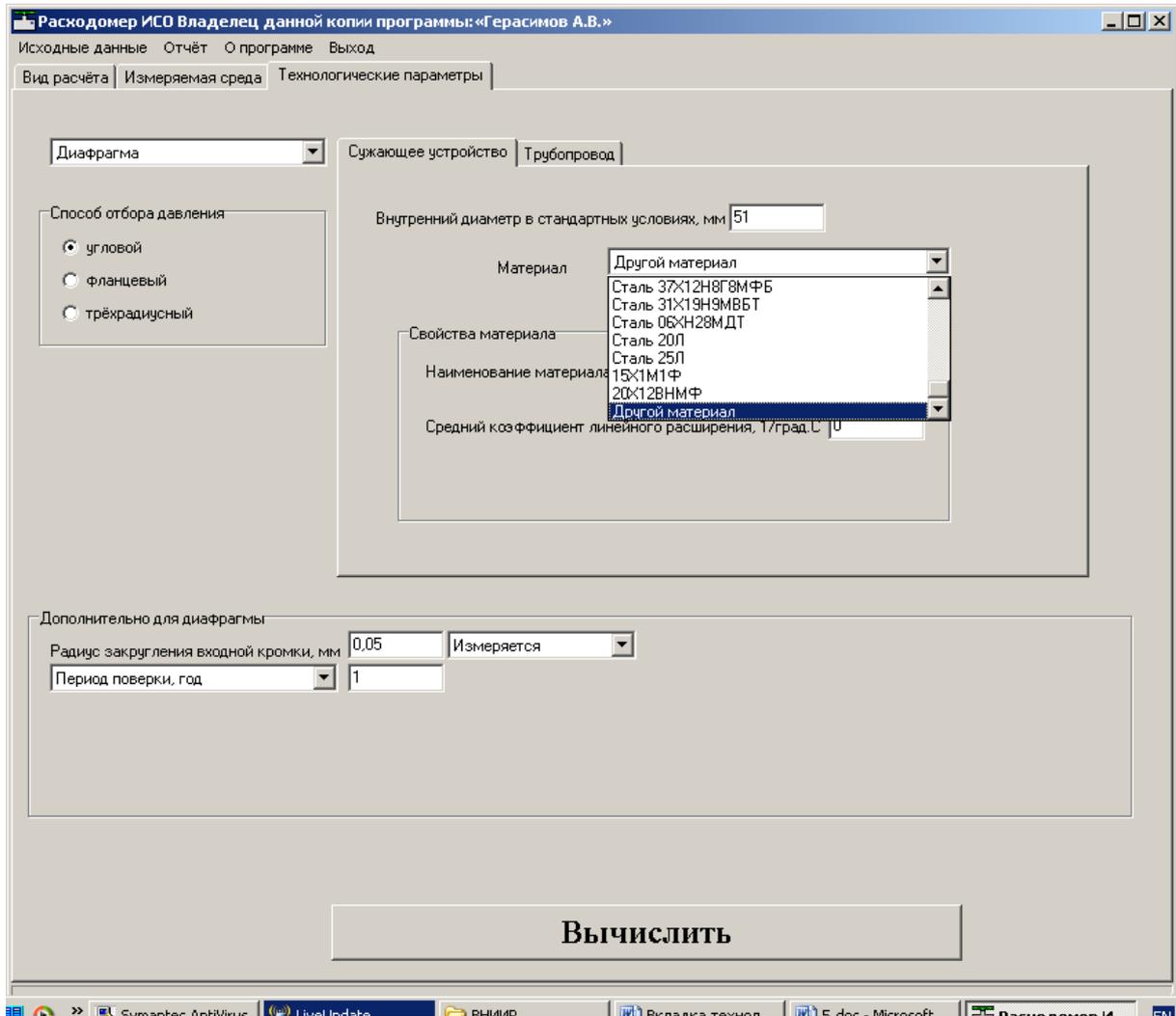


Рис. 33 Окно вкладки «Технологические параметры» (выбор элемента списка «Другой материал»)

При этом указываются: наименование материала; средний коэффициент линейного расширения 1/град С

The screenshot shows a software window titled 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The window has a menu bar with 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. Below the menu is a tabbed interface with three tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры', with the last one selected. The main area contains several input fields and controls:

- A dropdown menu for 'Диафрагма'.
- Radio buttons for 'Способ отбора давления': 'угловой' (selected), 'фланцевый', and 'трёхрадиусный'.
- A section for 'Сужающее устройство' with a dropdown set to 'Трубопровод'.
- A text input for 'Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм' with the value '51'.
- A dropdown for 'Материал' set to 'Другой материал'.
- A sub-section 'Свойства материала' containing:
  - A text input for 'Наименование материала'.
  - A text input for 'Средний коэффициент линейного расширения, 1/град.С' with the value '0'.
- A section 'Дополнительно для диафрагмы' containing:
  - A text input for 'Радиус закругления входной кромки, мм' with the value '0,05' and a dropdown set to 'Измеряется'.
  - A dropdown for 'Период поверки, год' set to '1'.
- A large 'Вычислить' button at the bottom.

The Windows taskbar at the bottom shows several open applications, including 'Scan Computer started o...', 'Расходомер ИСО', and 'E.doc - Microsoft Word'.

Рис. 34 Окно вкладки «Технологические параметры» (поля для указания вида материала и среднего коэффициента линейного расширения)

После того как введены все исходные данные, для вычисления расхода нажимается кнопка «Вычислить». Появляется окно «Основные результаты вычисления».

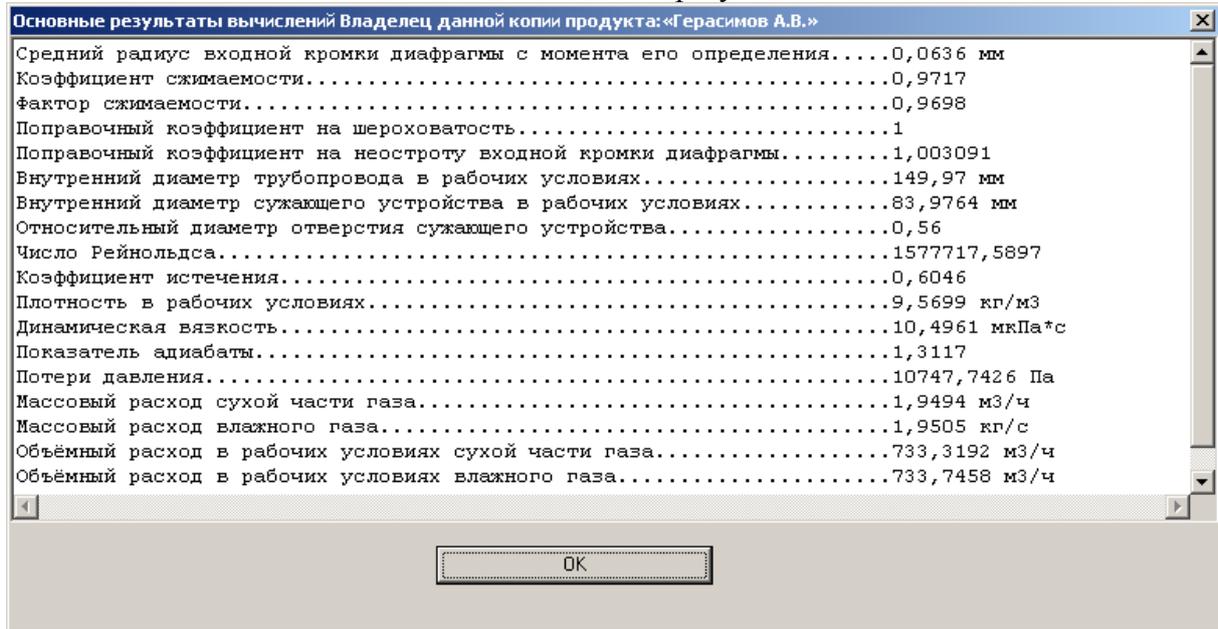


Рис. 35 Окно просмотра результатов расчета

Для просмотра полного отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

**Пример расчета расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C	$d_{20}$	м	0,084
2 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
3 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
4 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
5 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
6 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_n$	м	0,00004
7 Текущее время $t$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_t$	год	0,495
8 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_{\text{у}}$	1	0,002
9 Содержание азота в природном газе	$x_{\text{а}}$	1	0,01
10 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	кг/м <sup>3</sup>	0,68
11 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
12 Перепад давления на диафрагме	$\Delta p$	Па	16000
13 Избыточное давление	$p_{\text{и}}$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_{\text{а}}$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2

## 2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005 программного комплекса «Расходомер-ИСО»

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

A screenshot of the main window of the 'Расходомер ИСО' software. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main area has three tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры'. The 'Вид расчёта' tab is active. It contains three input fields: 'Название измерительного комплекса', 'Исполнитель', and 'Номер расчёта'. Below these are three sections: 'Вид расчёта' with radio buttons for 'Расчёт расхода' (selected), 'Расчёт сужающего устройства', and 'Расчёт верхнего предела дифманометра'; 'Длины прямых участков трубопроводов' with checkboxes for 'Расчитать минимальные необходимые' and 'Проверить на соответствие ГОСТ'; and 'Расчёт неопределенностей' with a checkbox for 'выполнить'. A large 'Вычислить' (Calculate) button is at the bottom.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «**Название измерительного комплекса**» вводится название «**Расчет расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления**».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенной модификации расчета выбирается на вкладке «**Вид расчета**». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

## 2.2 Расчет расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления

Первый шаг при расчете расхода начинается с вкладки «**Вид расчета**» и с нажатия левой кнопкой(ЛК) мыши по переключателю «**Расчет расхода**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Название измерительного комплекса: **Расчет расхода природного газа для диафрагмы с угловым**

Исполнитель:  Номер расчета:

Вид расчёта

- Расчёт расхода
- Расчёт сужающего устройства
- Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

- Рассчитать минимальные необходимые
- Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

- выполнить

**Вычислить**

Второй шаг при расчете расхода - занесение рабочих параметров (температура, давление, перепад давления) и состава измеряемой среды на вкладке «Измеряемая среда».

Наименование измеряемой среды выбирается в соответствующем выпадающем списке. В зависимости от выбора элемента списка меняется структура вкладки. Выберем строку «Природный газ».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Природный газ  
Вода  
Перегретый пар  
Воздух  
Азот  
Диоксид углерода  
Аммиак  
Ацетилен  
Насыщенный пар  
Другая измеряемая среда

Температура 0 град.С

Перепад давления 0 кгс/м2

Барометрическое давление 0 мм рт.ст.

Избыточное давление 0 МПа

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Единицы измерения расхода м3/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH4)	0
2	Этан(C2H6)	0
3	Пропан(C3H8)	0
4	н-Бутан(н-C4H10)	0
5	и-Бутан(и-C4H10)	0
6	Азот(N2)	0
7	Диоксид углерода(CO2)	0
8	Сероводород(H2S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H2)	0
11	Кислород(O2)	0
12	н-Пентан(н-C5H12)	0

Сумма компонентов: 5

Единицы измерения молярные проценты

После выбора измеряемой среды заносим рабочие параметры (температура, давление, перепад давления) в соответствующие поля ввода. Справа от полей ввода расположены выпадающие списки для выбора единиц измерения вводимых рабочих параметров. В поле ввода «Температура» занесите значение 2. Из выпадающего списка выберете строку «град.С». В поле ввода «Перепад давления» введите перепад давления на диафрагме, равный 16000 Па. В поле ввода «Барометрическое давление» введите значение атмосферного давления из таблицы, т.е. 100500 Па. В поле ввода «Избыточное давление» занесите значение 1200000 Па.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМБ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Температура 2 град.С  
 Перепад давления 16000 Па  
 Барометрическое давление 100500 Па  
 Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

При выборе измеряемой среды «**Природный газ**» появится группа переключателей для выбора метода расчета коэффициента сжимаемости. При выборе переключателя «**GERG 91 мод.**» или «**NX-19 мод.**» появятся поля для ввода содержания азота и диоксида углерода в молярных процентах, а также поле ввода для ввода плотности в стандартных условиях  $\text{кг/м}^3$ .

При выборе переключателя «**ВНИЦ СМБ**» или «**AGA8-92DC**» появляется таблица для занесения полного компонентного состава природного газа, а под таблицей выпадающий список для выбора единиц измерения, в которых вносится компонентный состав. Выберите переключатель «**NX-19 мод.**».

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО Владелец' software interface. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main window has three tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры'. The 'Измеряемая среда' tab is active, showing a dropdown menu set to 'Природный газ'. Below this, there are two main sections: 'Метод расчёта коэф. сжимаемости' and 'Параметры газа'. The 'Метод расчёта коэф. сжимаемости' section has four radio buttons: 'ВНИЦ СМБ', 'AGA8-92DC', 'GERG 91 мод.', and 'NX-19 мод.', with 'NX-19 мод.' selected. The 'Параметры газа' section has three input fields: 'Плотность в стандартных условиях, кг/м3' (value: 0), 'Содержание азота' (value: 0, unit: молярные %), and 'Содержание двуоксида углерода' (value: 0, unit: молярные %). Below these, there is a section for pressure and temperature parameters: 'Температура' (2 град.С), 'Перепад давления' (16000 Па), 'Барометрическое давление' (100500 Па), and 'Избыточное давление' (1200000 Па). There is a checkbox for 'Абсолютное давление измеряется' which is unchecked. Below this is a field for 'Относительная влажность' (value: 1). At the bottom, there are two dropdown menus for 'Единицы измерения расхода' (set to м3/ч) and 'в рабочих условиях'. A large 'Вычислить' button is at the bottom center. The taskbar at the bottom shows '11.doc - Microsoft Word' and 'Расходомер ИСО'.

Далее в разделе «**Параметры газа**» вводим значения плотности природного газа при стандартных условиях в окно ввода «**Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>**», равную 0,68, содержание азота в природном газе в поле ввода «**Содержание азота, %**», равное 1 и содержание углекислого газа в природном газе в поле ввода «**Содержание двуокиси углерода, %**», равное 0,2.

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main menu has 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры'. The 'Технологические параметры' tab is active.

On the left, there is a dropdown menu for 'Природный газ' and a section for 'Метод расчёта коэф. сжимаемости' with radio buttons for 'ВНИЦ СМВ', 'AGA8-92DC', 'GERG 91 мод.', and 'NX-19 мод.' (selected).

The 'Параметры газа' section contains three input fields: 'Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>' (0,68), 'Содержание азота' (молярные %, 1), and 'Содержание двуокиси углерода' (молярные %, 0,2).

Below this, there is a section for pressure and temperature: 'Температура' (2 град.С), 'Перепад давления' (16000 Па), 'Барометрическое давление' (100500 Па), and 'Избыточное давление' (1200000 Па). There is also a checkbox for 'Абсолютное давление измеряется' (unchecked) and a field for 'Относительная влажность' (1).

At the bottom, there are dropdowns for 'Единицы измерения расхода' (м<sup>3</sup>/ч) and 'в рабочих условиях'. A large 'Вычислить' button is at the bottom center.

Третий шаг при расчете расхода – занесение характеристик СУ и трубопровода на вкладке «Технологические параметры». Выбираем СУ «Диафрагма» в открывающемся списке.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Дифрагма

- Дифрагма
- Сопло ИСА1932
- Эллипсное сопло
- Сопло Вентури
- Труба Вентури

фланцевый

трёхрадиусный

Сужающее устройство Трубопровод

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм

Материал Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0

**Вычислить**

В зависимости от выбора СУ меняется структура вкладки. При выборе СУ - «**Диафрагма**» под списком появляется группа переключателей для выбора способа отбора давления на диафрагме (угловой, фланцевый, трёхрадиусный). Выбираем «**угловой**». Также в нижней части вкладки появляется раздел «**Дополнительно для диафрагмы**», в котором имеется поле ввода «**Радиус закругления входной кромки, мм**». Справа от этого поля ввода имеется выпадающий список для выбора способа определения радиуса закругления входной кромки диафрагмы. Выберете строчку «**Измеряется**» и в поле «**Радиус закругления входной кромки, мм**» занесется значение 0,04 мм. Кроме того в разделе «**Дополнительно для диафрагмы**» имеется еще один выпадающий список. Выберете элемент списка «**Текущее время эксплуатации, год**» и в поле ввода справа введите значение 0,495.

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The title bar reads 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'Программа', and 'Выход'. The main window has three tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры'. The 'Измеряемая среда' tab is active, showing a dropdown menu set to 'Диафрагма'. Below this, there are two sections: 'Сужающее устройство' (with 'Трубопровод' selected) and 'Способ отбора давления'. Under 'Способ отбора давления', the 'угловой' option is selected. The 'Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм' field is empty. The 'Материал' dropdown is set to 'Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)'. The 'Дополнительно для диафрагмы' section contains two rows: 'Радиус закругления входной кромки, мм' with a value of '0,04' and a dropdown set to 'Измеряется'; and 'Текущее время эксплуатации, год' with a value of '0,495'. A large 'Вычислить' button is at the bottom.

На вкладке «Сужающее устройство» в поле ввода «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C, равный 84. В выпадающем списке ниже выбирается материал СУ. Выберите сталь марки 12X18H9T.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 84

Материал

- Сталь 12X18H9T (12X17,08X17T)
- Сталь 12X18H9T (12X17,08X17T)
- Сталь 12X18H12T, 12X18H10T (15X25T)
- Сталь 08X18H10T
- Сталь 08X22H6T
- Сталь 37X12H8Г8МФБ
- Сталь 31X19H3МВБТ
- Сталь 06XН28МДТ
- Сталь 20Л

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Трубопровод» в поле «**Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм**» вводится внутренний диаметр измерительного трубопровода при температуре, 20°C, равный 150. Справа от поля ввода «**Эквивалентная шероховатость стенки, мм**» в выпадающем списке выбирается строка «**Измеряется**» и в это поле ввода заносится среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости измерительного трубопровода. В выпадающем списке «**Материал**» выбирается материал, из которого изготовлен трубопровод. Выберите сталь марки 20.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 150

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,01 Измеряется

Материал Сталь 20

Дополнительно для диафрагмы

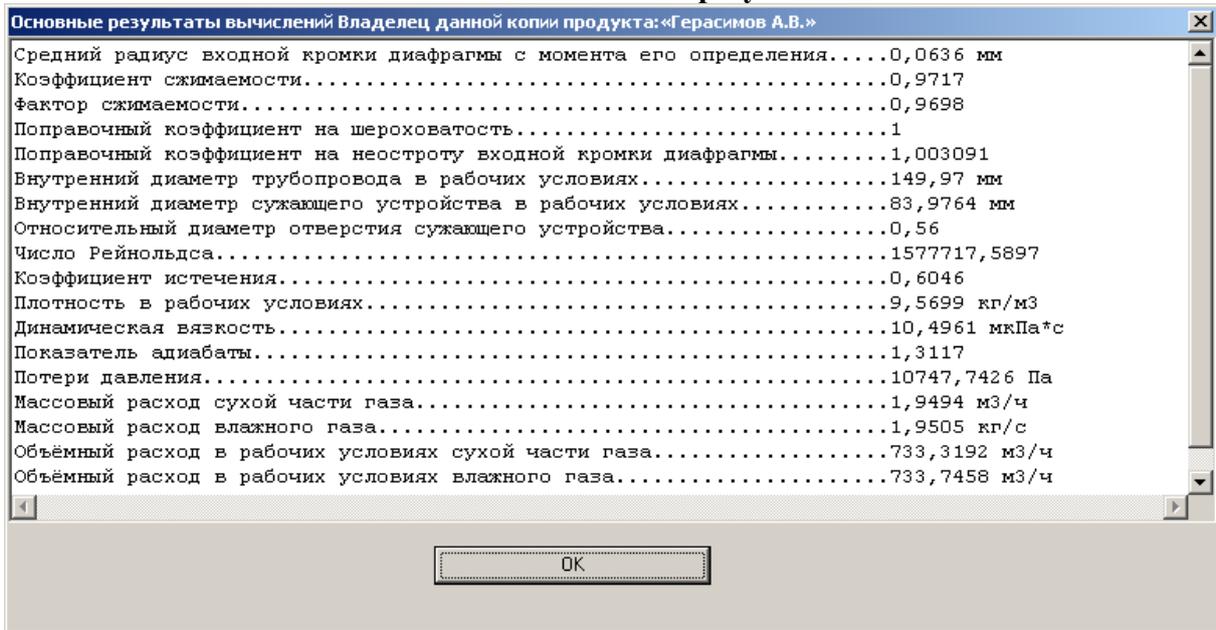
Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для вычисления расхода нажимается кнопка «**Вычислить**». Появляется окно «**Основные результаты вычисления**».



Для просмотра полного отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «**Отчет**» > «**Просмотр**». Для вывода на печать выбирается пункт меню «**Отчет**» > «**Печать**» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «**Print**».

Полные результаты расчета находятся в файле Пример1.

## Отчет по расчету расхода природного газа для диафрагмы с угловым способом отбора давления на программном комплексе «Расходомер ИСО»

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
 программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
 (Разработчик: ООО «СТП», Казань)  
 Владелец данной копии программы:  
 «Герасимов А.В.»  
 Расчет № 3 от 31.05.2008  
 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005

Расчет расхода

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Природный газ  
 молярные % компонентов Азот(N<sub>2</sub>)..... 1 %  
 Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>)..... 0,2 %  
 Избыточное давление..... 1200000 Па  
 Барометрическое давление..... 100500 Па  
 \* Абсолютное давление..... 1300500 Па  
 Температура..... 2 град.С  
 \* Плотность в рабочих условиях..... 9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
 Плотность в стандартных условиях..... 0,68 кг/м<sup>3</sup>  
 Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
 основная..... 0,5 %  
 дополнительная..... 0 %  
 \* Динамическая вязкость..... 10,49608 мкПа\*с  
 \* Показатель адиабаты..... 1,31174 Метод расчета коэффициента  
 сжимаемости..... NX-19 мод.  
 \* Коэффициент сжимаемости..... 0,9717  
 Относительная влажность..... 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
 Диаметр сужающего устройства при 20град.С..... 84 мм  
 \* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях..... 83,976 мм  
 \* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих  
 условиях..... 0,56  
 Материал сужающего устройства - Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)  
 Коэффициент линейного расширения материала сужающего  
 устройства..... 1,739Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего  
 устройства..... 0,99972  
 Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы..... Измеряется  
 Начальный радиус закругления входной кромки..... 0,04 мм  
 Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах..... 0,495  
 \* Радиус закругления входной кромки диафрагмы..... 0,06358 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы.. 1,00309

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20град.С.....150 мм  
 \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,97 мм  
 Материал трубопровода - Сталь 20  
 Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,296Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...0,9998  
 Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,01 мм  
 \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1  
 Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется  
 Страница № 1 от 31.05.2008 Расчет расхода

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Перепад давления.....16000 Па  
 \* Коэффициент скорости входа.....1,05311  
 \* Число Рейнольдса.....1577718  
 \* Коэффициент расширения.....0,99638  
 \* Коэффициент истечения.....0,60462  
 \* Коэффициент расхода.....0,63672  
 \* Потери давления.....10747,74 Па  
 \* Массовый расход сухой части газа.....1,94939 м3/с  
 \* Массовый расход влажного газа.....1,95052 м3/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях сухой части  
 газа.....2,86675 м3/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях влажного  
 газа.....2,86841 м3/с

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.  
 Поверитель: \_\_\_\_\_

Страница № 2 от 31.05.2008 Расчет расхода

## Проверка длин прямых участков трубопроводов на соответствие ГОСТ 8.586.1-5:2005

### Руководство по вводу исходных данных

Для проверки длин прямых участков трубопроводов на соответствие ГОСТ 8.586.1-5:2005 необходимо установить флажок «Проверить на соответствие ГОСТ». При этом появится дополнительная вкладка «Измерительный участок трубопровода» рис. 1.

**Измерительный трубопровод:** Участок трубопровода, границы и геометрические характеристики которого, а также размещение на нем сужающего устройства, местных сопротивлений, средств измерений параметров среды нормируются комплексом стандартов.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные | Отчёт | О программе | Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Название измерительного комплекса:

Исполнитель:  Номер расчёта:

Вид расчёта:

- Расчёт расхода
- Расчёт сужающего устройства
- Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов:

- Рассчитать минимальные необходимые
- Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределённостей:

- выполнить

**Вычислить**

Рис. 1 Окно вкладки «Вид расчёта». Выбор переключателя «Расчет расхода», установка флажка «Проверить на соответствие ГОСТ».

После установки флажка “Проверить на соответствие ГОСТ” необходимо открыть вкладку “Измерительный участок трубопровода” рис. 2.

На данной вкладке в левой части окна необходимо указать местные сопротивления, расположенные до и после сужающего устройства.

**Местное сопротивление:** Трубопроводная арматура или другой элемент трубопровода, изменяющий кинематическую структуру потока (задвижка, кран, колено, диффузор и т.д.).

Рис. 2 Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода».

Вначале указывается первое местное сопротивление вверх по потоку(выбирается из выпадающего списка) рис 3

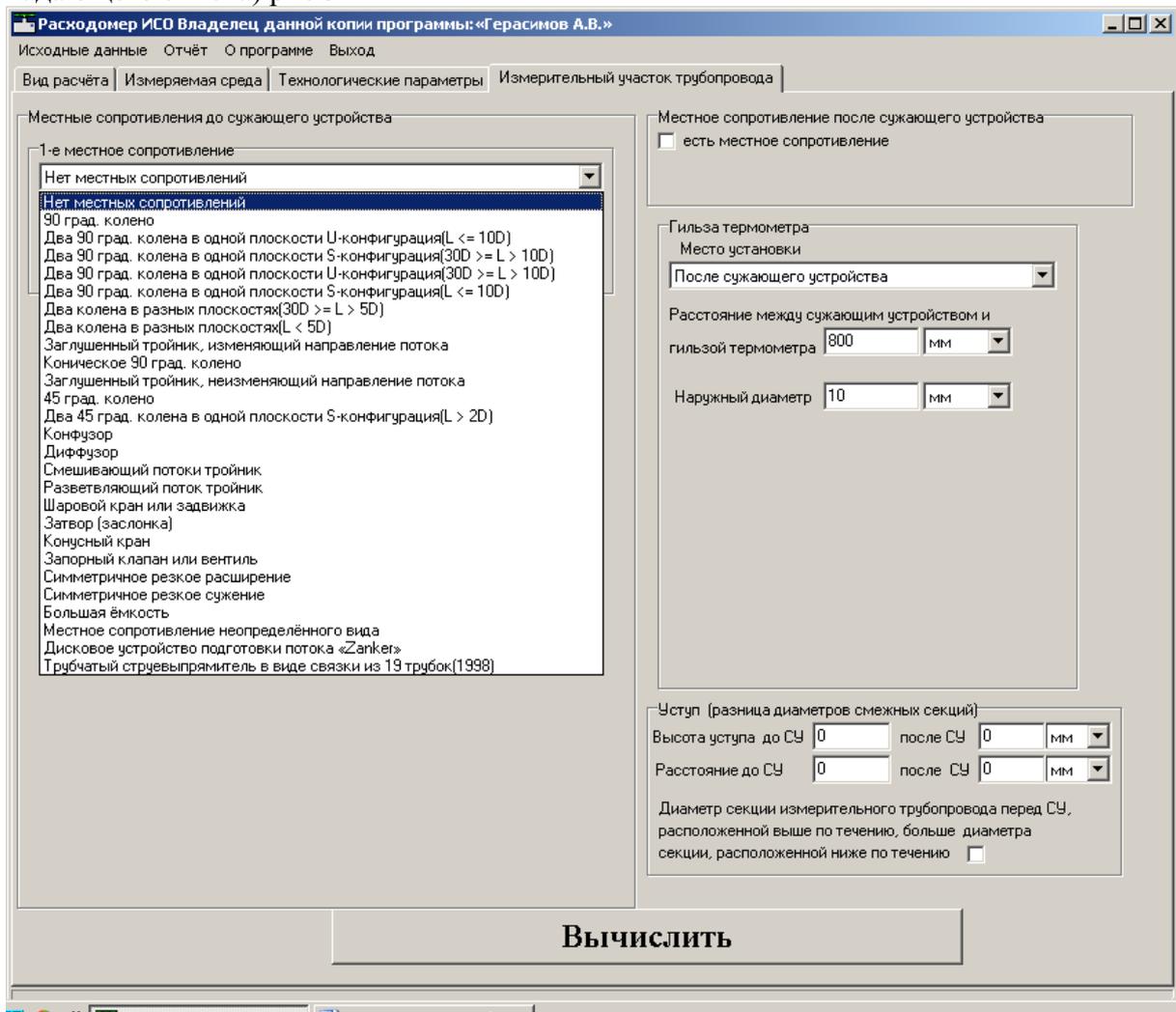


Рис. 3. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа первого местного сопротивления до сужающего устройства.

После указания типа первого местного сопротивления в появившихся полях следует указать расстояние до сужающего устройства в мм или м (единицы измерения выбираются из выпадающего списка) рис. 4.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

2-е местное сопротивление  
Нет местных сопротивлений

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм  
Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 4. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание расстояния до сужающего устройства.

5. Затем выбирается тип второго местного сопротивления до сужающего устройства рис.

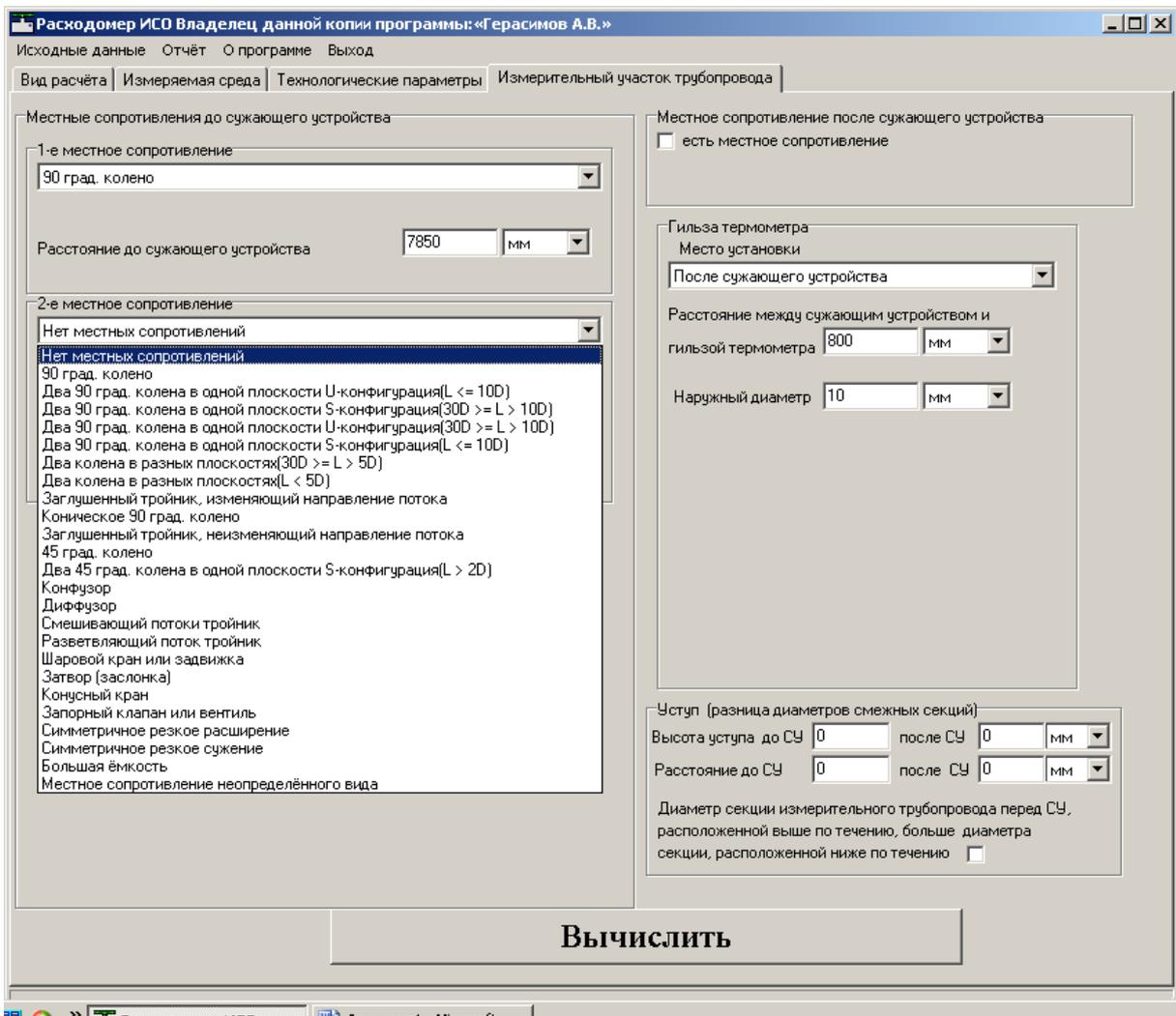


Рис. 5. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа второго местного сопротивления до сужающего устройства.

В появившихся полях указывается: диаметр трубопровода между первым и вторым местным сопротивлением и расстояние между первым и вторым местным сопротивлением в мм или м. При этом в появившемся поле ввода необходимо указать длину первого местного сопротивления в мм или м рис. 6.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

3-е местное сопротивление  
Нет местных сопротивлений

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 6. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа второго местного сопротивления до сужающего устройства. Указание диаметра трубопровода между первым и вторым местным сопротивлением и расстояния между первым и вторым местным сопротивлением.

Далее выбирается тип третьего местного сопротивления, рис. 7 и указывается: диаметр трубопровода между вторым и третьим местным сопротивлением и расстояние между вторым и третьим местным сопротивлением. При этом в появившемся поле ввода необходимо указать длину второго местного сопротивления в мм или м.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства: 7850 мм

Длина местного сопротивления: 512 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС: 8950 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Нет местных сопротивлений

90 град. колено

Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(L <= 10D)

Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(30D >= L > 10D)

Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(L <= 10D)

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Два колена в разных плоскостях(L < 5D)

Заглушенный тройник, изменяющий направление потока

Коническое 90 град. колено

Заглушенный тройник, неизменяющий направление потока

45 град. колено

Два 45 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(L > 2D)

Конфузор

Диффузор

Смешивающий потоки тройник

Разветвляющий поток тройник

Шаровой кран или задвижка

Затвор (заслонка)

Конусный кран

Запорный клапан или вентиль

Симметричное резкое расширение

Симметричное резкое сужение

Большая ёмкость

Местное сопротивление неопределённого вида

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки: После сужающего устройства в расширителе

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра: 800 мм

Наружный диаметр: 10 мм

Расширитель

Внутренний диаметр: 0 мм

Расстояние между гильзой термометра и местом соединения диффузора с цилиндрической частью расширителя: 0 мм

Угол расширения диффузора, град.: 0

Длина диффузора: 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

Расстояние до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению:

РАСЧИСЛИТЬ

Рис. 7 Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа третьего местного сопротивления до сужающего устройства.

Далее указывается наличие комбинации колен после третьего местного сопротивления рис. 8.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства: 7850 мм

Длина местного сопротивления: 512 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС: 8950 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС: 1750 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки: После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра: 800 мм

Наружный диаметр: 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

Расстояние до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 8 Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание диаметра трубопровода между вторым и третьим местным сопротивлением и расстояния между вторым и третьим местным сопротивлением. Указание наличия или отсутствия комбинации колен после 3-го МС.

После указания комбинации колен после 3 МС в появившихся полях указывается диаметр после третьего местного сопротивления и расстояние между третьим местным сопротивлением и комбинацией колен (в мм или м) рис. 9.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки  
После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 9. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор комбинации колен после третьего местного сопротивления до сужающего устройства.

Если между 3 МС и комбинацией колен есть местные сопротивления, то устанавливается соответствующий флажок и в появившемся поле указывается расстояние между 3 МС и комбинацией колен в мм или м рис. 10.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки  
После сужающего устройства в расширителе

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Расширитель

Внутренний диаметр 0 мм

Расстояние между гильзой термометра и местом соединения диффузора с цилиндрической частью расширителя 0 мм

Угол расширения диффузора, град. 0

Длина диффузора 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 10. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Установка флажка «между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления».

В правой части окна вкладки «Измерительный участок трубопровода» с помощью флажка «есть местное сопротивление» можно указать наличие местного сопротивления после сужающего устройства рис. 11.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях( $30D \geq L > 5D$ )

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
Нет гильзы термометра

Нет гильзы термометра  
Перед сужающим устройством  
После сужающего устройства  
После сужающего устройства в колене  
После сужающего устройства в расширителе

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 11. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Установка флажка «есть местное сопротивление».

В соответствующем поле указывается расстояние после сужающего устройства в мм или м рис. 12.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 4250 мм

Гильза термометра  
Место установки  
После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 12. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание расстояния после сужающего устройства.

13. Затем указывается место установки гильзы термометра (из выпадающего списка) рис.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях( $30D \geq L > 5D$ )

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
Нет гильзы термометра

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 13. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание места установки гильзы термометра.

### Средства измерений температуры

Температуру среды измеряют на прямолинейном участке ИТ до или после СУ.

Во всех случаях необходимо стремиться к тому, чтобы ПТ или его защитная гильза (при ее наличии) как можно меньше загромождали проходное сечение ИТ.

ПТ или его защитную гильзу (при ее наличии) погружают в ИТ на глубину  $(0,3-0,7) D$ .

В случае измерения расхода пара или среды, температура которой более  $120^{\circ}\text{C}$ , рекомендуется ПТ или его защитную гильзу (при ее наличии) погружать в ИТ на глубину  $(0,5-0,7)D$ .

Наилучшим расположением ПТ или его защитной гильзы (при ее наличии) при их установке является радиальное (рисунок 14 а).

Допускается наклонное их расположение, как показано на рисунках 14 б и 14 г, или установка за СУ в колене (если ПТ или его защитная гильза входят в прямолинейный участок ИТ между СУ и коленом), как показано на рисунках 14 в. Направление потока в вариантах а, б и г рис. 14 произвольное.

При установке ПТ в гильзу (карман) обеспечивают надежный тепловой контакт, заполняя гильзу, например, жидким маслом. ПТ погружают в гильзу на полную ее глубину (с монтажным зазором). Зазор между боковыми стенками гильзы и ПТ должна быть как можно малой. Рекомендуется, чтобы зазор не превышал 0,5 мм.

Часть ПТ, выступающая над ИТ, должна иметь термоизоляцию, если температура потока отличается от температуры окружающей среды более, чем на 40°C.

Рекомендуется гильзу термоизолировать от стенки ИТ.

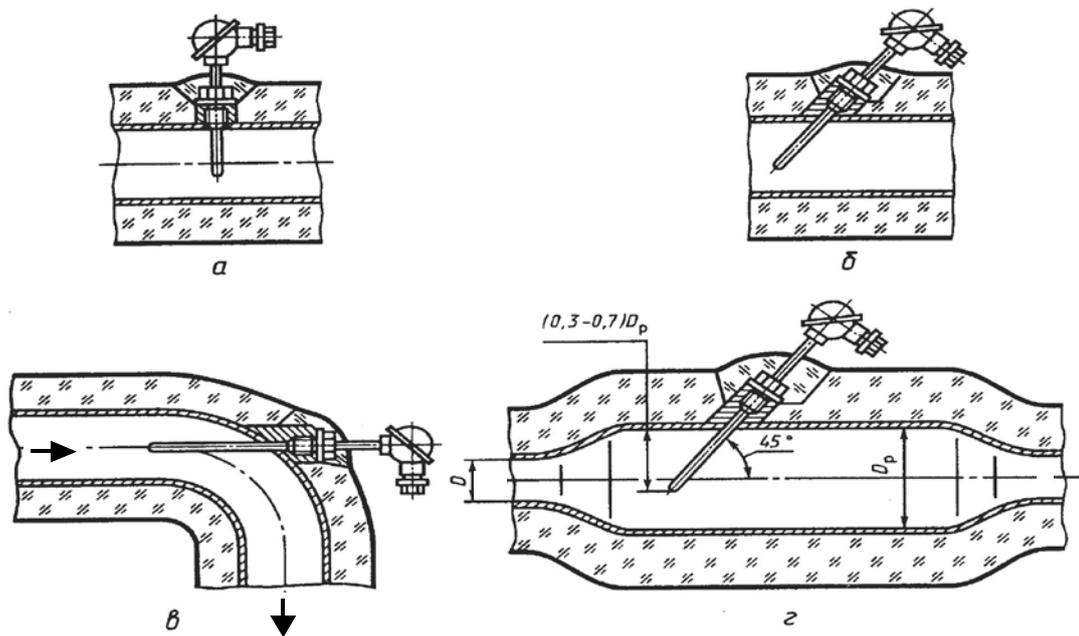


Рисунок 14 — Схема установки ПТ или его защитной гильзы (при ее наличии).

Если гильза термометра установлена перед сужающим устройством, указывается расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра в мм или м и наружный диаметр гильзы термометра в мм или м рис. 15

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 4250 мм

Гильза термометра  
Место установки  
Перед сужающим устройством

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 15. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание расстояния между сужающим устройством и гильзой термометра и наружного диаметра.

Если гильза термометра установлена после сужающего устройства в расширителе, то дополнительно указываются: внутренний диаметр расширителя в мм или м; расстояние между гильзой термометра и местом соединения диффузора с цилиндрической частью расширителя в мм или м; угол расширения диффузора в градусах; длина диффузора в мм или м; рис 16.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-го МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-го МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
После сужающего устройства в расширителе

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Расширитель  
Внутренний диаметр 0 мм

Расстояние между гильзой термометра и местом соединения диффузора с цилиндрической частью расширителя 0 мм

Угол расширения диффузора, град. 0

Длина диффузора 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 16. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание внутреннего диаметра расширителя, расстояния между гильзой термометра и местом соединения диффузора с цилиндрической частью расширителя, угла расширения диффузора в градусах; длины диффузора.

Далее указываются характеристики уступа (разницы диаметров смежных секций): высота уступа до СУ и после СУ; расстояние до СУ и после СУ в мм или м рис. 17.

С помощью соответствующего флажка указывается: “диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению” (да или нет).

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства: 7850 мм

Длина местного сопротивления: 512 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС: 8950 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС: 1750 мм

Длина 3-его МС: 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС: 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен: 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства: 4250 мм

Гильза термометра

Место установки: После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра: 800 мм

Наружный диаметр: 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

Расстояние до СУ: 0 мм после СУ: 0 мм

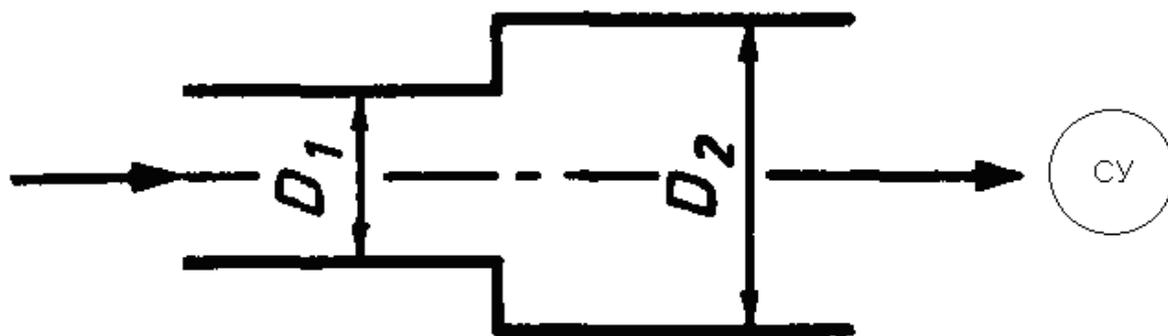
Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению:

**Вычислить**

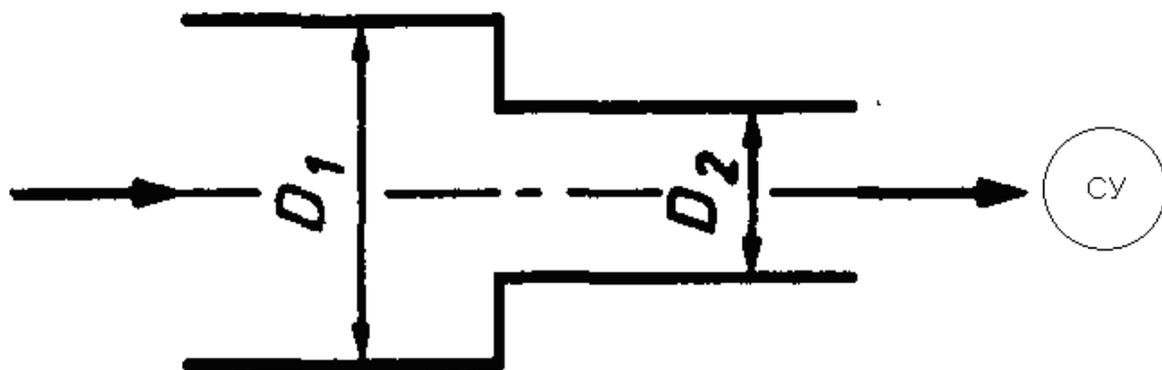
Рис. 17. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание величины уступа (разницы диаметров смежных секций): высота уступа до СУ и после СУ; расстояние до СУ и после СУ.

**Уступ:** Смещение внутренних поверхностей двух секций ИТ в месте их стыка, обусловленное смещением осей этих секций и (или) различием значений их внутреннего диаметра.

**Высота уступа:** Максимальное смещение образующих внутренних поверхностей двух секций измерительного трубопровода, лежащих в одной осевой плоскости.



a)



б)

Рис. 18. Характеристики уступа

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
90 град. колено

Расстояние до сужающего устройства 7850 мм

Длина местного сопротивления 512 мм

2-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 512,34 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 8950 мм

Длина 2-го МС 0 мм

3-е местное сопротивление  
45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 505 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 1750 мм

Длина 3-его МС 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС 0 мм

Расстояние между 3-им МС и комбинацией колен 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
После сужающего устройства в колене

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 800 мм

Наружный диаметр 10 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Рис. 19. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Установка флажка “диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению” (см рис.18 б).

При установке флажка “Проверить на соответствие ГОСТ” изменяются параметры вкладки “Технологические параметры”.

На вкладке технологические параметры дополнительно для диафрагмы указываются:

Расположение отверстий для отбора давления: через камеру усреднения или соединенные отверстия; отдельные отверстия (установкой соответствующего переключателя) рис 20.

Рис. 20. Вкладка «Технологические параметры» при установке флажка «Проверить на соответствие ГОСТ» Указание расположения отверстий для отбора давления.

При установке переключателя «через камеру усреднения или соединенные отверстия» появляются поля для ввода следующих величин: Отклонение от плоскостности входного торца в мм; смещение оси отверстия сужающего устройства относительно оси трубопровода, мм

Появляется поле установки флажка «проверить толщину диафрагмы» рис. 21.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Измерительный участок трубопровода

Диaphragма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Отверстия для отбора давления

- через камеру усреднения или через соединённые отверстия
- отдельные отверстия

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 100

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,15 Измеряется

Материал Другой материал

Свойства материала

Наименование материала

Средний коэффициент линейного расширения, 1/град.С 0

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,05 Измеряется

Период поверки, год 1

Отклонение от плоскостности входного торца, мм 0

Смещение оси отверстия сужающего устройства относительно оси трубопровода, мм 0

проверить толщину диафрагмы

**Вычислить**

Рис. 21. Вкладка «Технологические параметры» при установке флажка «Проверить на соответствие ГОСТ» Установка переключателя «через камеру усреднения».

При установке переключателя “отдельные отверстия дополнительно появляются поля для ввода следующих величин (рис. 22):

- отклонение от плоскостности входного торца, мм;
- отклонение перпендикулярное оси отверстия, мм;
- отклонение параллельное оси отверстия, мм;

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Отверстия для отбора давления

- через камеру усреднения или через соединённые отверстия
- отдельные отверстия

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 51

Материал Другой материал

Свойства материала

Наименование материала

Средний коэффициент линейного расширения, 1/град.С 0

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,05 Измеряется

Период поверки, год 1

проверить толщину диафрагмы

Отклонение от плоскостности входного торца, мм 0

Отклонение перпендикулярное оси отверстия, мм 0

Отклонение параллельное оси отверстия, мм 0

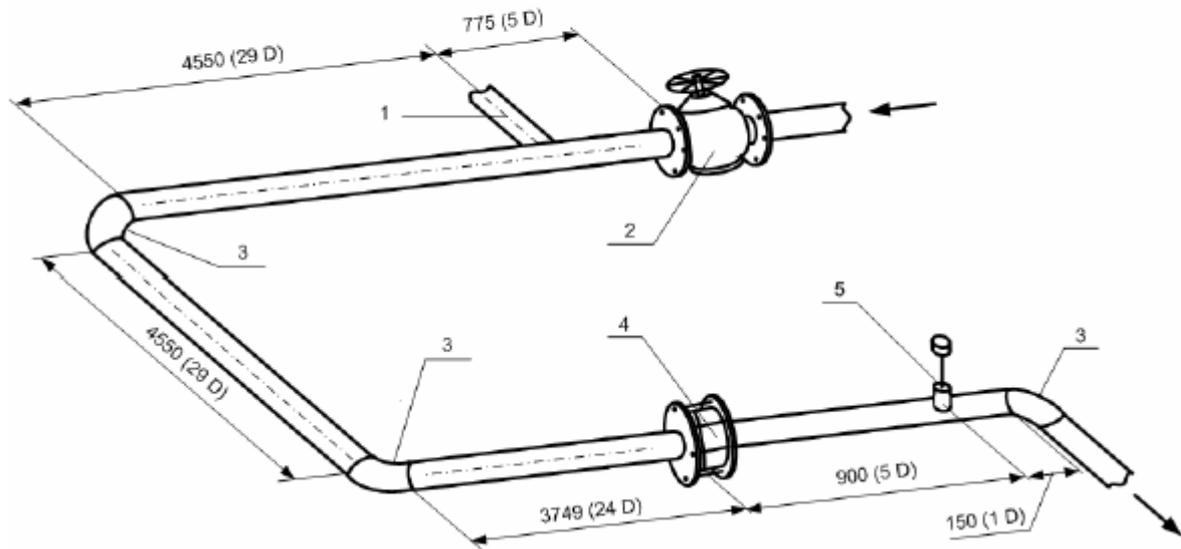
**Вычислить**

Рис. 22. Вкладка «Технологические параметры» при установке флажка «Проверить на соответствие ГОСТ» Установка переключателя «отдельные отверстия».

**Пример расчета  
проверки длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие  
требованиям ГОСТ 8.586.1-5-2005 на программном модуле «Расходомер ИСО»**

1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C	$d_{20}$	м	0,084
2 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
3 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
4 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
5 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
6 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_H$	м	0,00004
7 Текущее время эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_T$	год	0,495
8 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_{\text{У}}$	1	0,002
9 Содержание азота в природном газе	$x_{\text{А}}$	1	0,01
10 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	кг/м <sup>3</sup>	0,68
11 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
12 Перепад давления на диафрагме	$\Delta p$	Па	16000
13 Избыточное давление	$p_H$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_a$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2

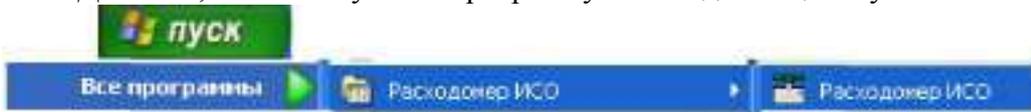


- 1- Разветвляющий поток тройник
- 2-Задвижка
- 3-90° колено
- 4-Диафрагма
- 5-Термометр сопротивления

2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле программного комплекса «Расходомер-ИСО»

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «**Название измерительного комплекса**» вводится название «**Расчет длин прямых участков трубопровода**».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенной модификации расчета выбирается на вкладке «**Вид расчета**». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

## 2.2 Расчет длин прямых участков измерительного трубопровода.

При расчете расхода дополнительно можно проверить на соответствие требованиям ГОСТ **8.586.1-5-2005** длины прямых участков трубопровода. Для этого на вкладке «**Вид расчета**» в поле «**Длины прямых участков трубопроводов**» необходимо поставить флажок «**Проверить на соответствие ГОСТ**». При этом появляется еще одна вкладка «**Измерительный участок трубопровода**». Введите все необходимые данные на вкладках «**Измеряемая среда**» и «**Технологические параметры**» (см. раздел «Расчет расхода среды»).

На вкладке «**Измерительный участок трубопровода**» необходимо выполнить следующие действия. В поле «**Местные сопротивления до сужающего устройства**» имеется выпадающий список «**1-е местное сопротивление**», в котором выбирается вид местного сопротивления. Из рисунка видно, что первое местное сопротивление это два  $90^\circ$  колена, расположенных в одной плоскости U-конфигурация. Расстояние между двумя

коленами 29D, что  $< 30D$  но  $> 10D$ . В выпадающем списке «1-е местное сопротивление» выберете строку «**Два 90град. колена в одной плоскости U-конфигурация (30D $\geq$ L>10D)**».

После выбора 1-ого местного сопротивления появляется поле ввода «**Расстояние до сужающего устройства**», в которое вводится числовое значение равное 3749 мм. Единицы измерения необходимо выбрать справа от поля ввода «**Расстояние до сужающего устройства**» из выпадающего списка (мм или м). Выбираем мм.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

2-е местное сопротивление  
 Нет местных сопротивлений

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 0 мм

Гильза термометра

Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 0 мм

Наружный диаметр 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

Также в поле «Местные сопротивления до сужающего устройства» появляется выпадающий список «2-е местное сопротивление», в котором выбирается второе местное сопротивление – «Разветвляющий поток тройник».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

2-е местное сопротивление  
 Нет местных сопротивлений  
 Нет местных сопротивлений  
 90 град. колено  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(L <= 10D)  
 Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(30D >= L > 10D)  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)  
 Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(L <= 10D)  
 Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)  
 Два колена в разных плоскостях(L < 5D)  
 Заглушенный тройник, изменяющий направление потока  
 Коническое 90 град. колено  
 Заглушенный тройник, неизменяющий направление потока  
 45 град. колено  
 Два 45 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(L > 2D)  
 Конфузор  
 Диффузор  
 Смешивающий потоки тройник  
 Разветвляющий поток тройник  
 Шаровый кран или задвижка  
 Затвор (заслонка)  
 Конусный кран  
 Запорный клапан или вентиль  
 Симметричное резкое расширение  
 Симметричное резкое сужение  
 Большая ёмкость  
 Местное сопротивление неопределённого вида

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление  
 Расстояние после сужающего устройства 0 мм

Гильза термометра  
 Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 0 мм

Наружный диаметр 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
 Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм  
 Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

После выбора второго местного сопротивления появляется дополнительное окно ввода для 1-го местного сопротивления «**Длина местного сопротивления**» и два окна ввода «**Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС**» и «**Расстояние между 1-ым и 2-ым МС**» для второго местного сопротивления.

Длина первого местного сопротивления в нашем случае складывается из длины прямого участка и длины 2-х колен (длина каждого 90° колена замеряется по оси) и соответственно равна 4850 мм.

Для второго местного сопротивления в полях «**Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС**» и «**Расстояние между 1-ым и 2-ым МС**» вводятся числовые значения 155мм и 4550мм соответственно.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
 Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 4550 мм

3-е местное сопротивление  
 Нет местных сопротивлений

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 1050 мм

Гильза термометра  
 Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 900 мм

Наружный диаметр 15 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

После выбора второго местного сопротивления появляется выпадающий список «**3-е местное сопротивление**», в котором выбирается третье местное сопротивление – «**Шаровой кран или задвижка**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация( $30D \geq L > 10D$ )

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм  
 Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
 Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм  
 Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 4550 мм

3-е местное сопротивление  
 Нет местных сопротивлений

Нет местных сопротивлений  
 90 град. колено  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация( $L \leq 10D$ )  
 Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация( $30D \geq L > 10D$ )  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация( $30D \geq L > 10D$ )  
 Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация( $L \leq 10D$ )  
 Два колена в разных плоскостях( $30D \geq L > 5D$ )  
 Два колена в разных плоскостях( $L < 5D$ )  
 Заглушенный тройник, изменяющий направление потока  
 Коническое 90 град. колено  
 Заглушенный тройник, неизменяющий направление потока  
 45 град. колено  
 Два 45 град. колена в одной плоскости S-конфигурация( $L > 2D$ )  
 Конфузор  
 Диффузор  
 Смешивающий потоки тройник  
 Разветвляющий поток тройник  
 Шаровый кран или задвижка  
 Затвор (заслонка)  
 Конусный кран  
 Запорный клапан или вентиль  
 Симметричное резкое расширение  
 Симметричное резкое сужение  
 Большая ёмкость  
 Местное сопротивление неопределённого вида

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление  
 Расстояние после сужающего устройства 1050 мм

Гильза термометра  
 Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 900 мм  
 Наружный диаметр 15 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)  
 Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм  
 Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**РАСЧИСЛИТЬ**

После выбора третьего местного сопротивления появляется два окна ввода «Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС» и «Расстояние между 2-ым и 3-им МС», в которых вводятся числовые значения 155мм и 775мм соответственно.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
 Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 4550 мм

3-е местное сопротивление  
 Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 155 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 775 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 1050 мм

Гильза термометра

Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 900 мм

Наружный диаметр 15 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

На вкладке «Измерительный участок трубопровода» в поле «Местное сопротивление после сужающего устройства» поставить флажок «есть местное сопротивление». Появляется поле ввода «Расстояние после сужающего устройства», в которое вводится расстояние от СУ до местного сопротивления после СУ- 1050мм.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
 Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 4550 мм

3-е местное сопротивление  
 Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 155 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 775 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 1050 мм

Гильза термометра

Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 0 мм

Наружный диаметр 0 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

В поле «Гильза термометра» в выпадающем списке «Место установки» выбирается строка «После сужающего устройства». Появляются поля ввода «Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра» и «Наружный диаметр», в которых вводятся числовые значения 900мм и 15мм соответственно.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
 Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Расстояние до сужающего устройства 3749 мм

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
 Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

Расстояние между 1-ым и 2-ым МС 4550 мм

3-е местное сопротивление  
 Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 155 мм

Расстояние между 2-ым и 3-им МС 775 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Расстояние после сужающего устройства 1050 мм

Гильза термометра

Место установки  
 После сужающего устройства

Расстояние между сужающим устройством и гильзой термометра 900 мм

Наружный диаметр 15 мм

Уступ (разница диаметров смежных секций)

Высота уступа до СУ 0 мм после СУ 0 мм

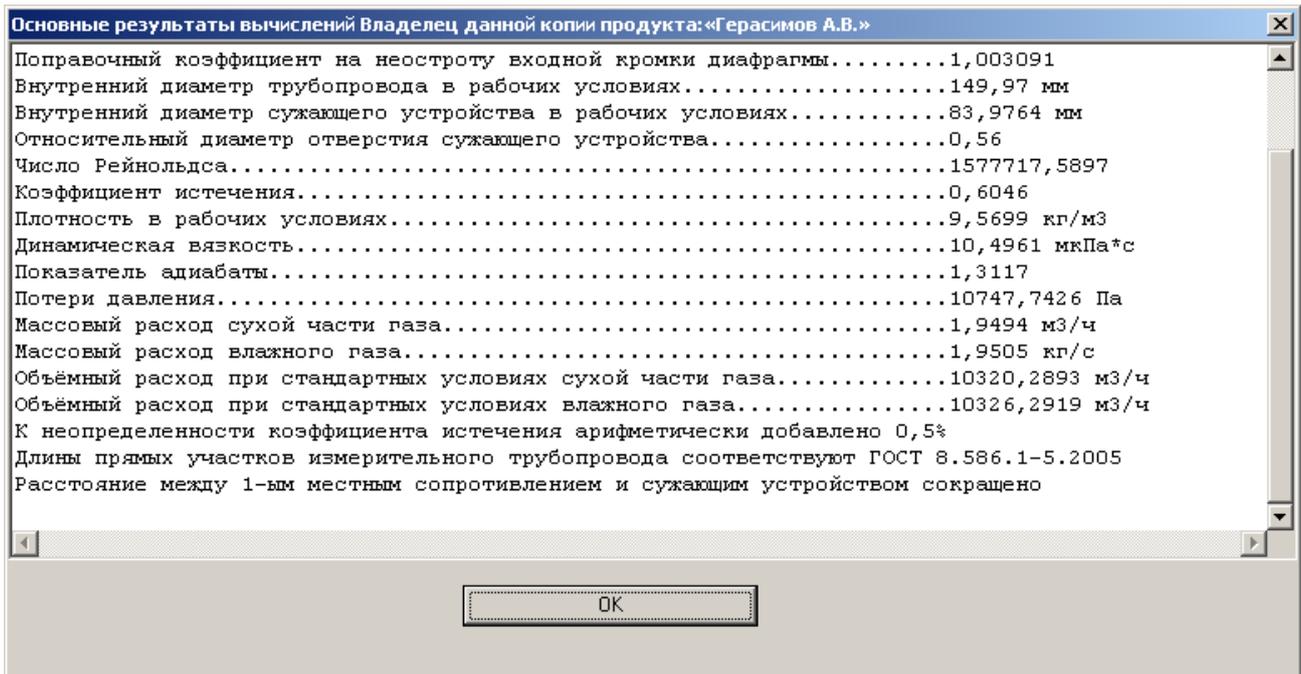
Расстояние до СУ 0 мм после СУ 0 мм

Диаметр секции измерительного трубопровода перед СУ, расположенной выше по течению, больше диаметра секции, расположенной ниже по течению

**Вычислить**

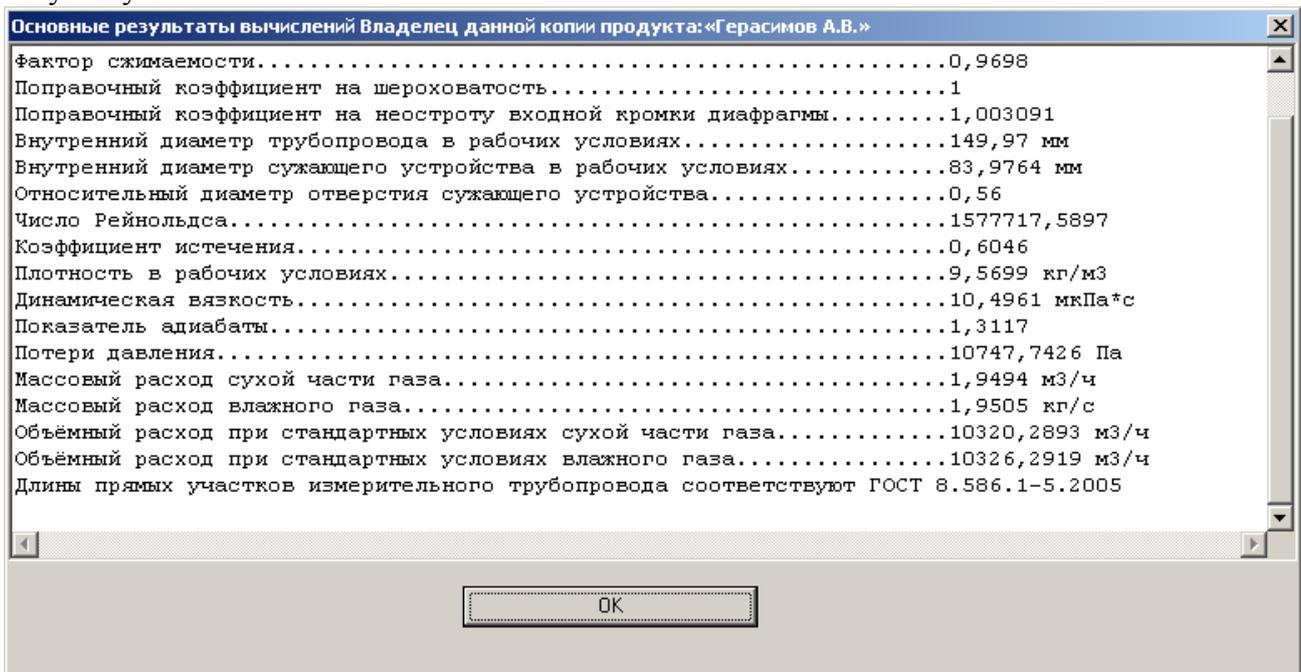
### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для проверки длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие требованиям ГОСТ 8.586.1-5-2005 нажимается кнопка «**Вычислить**». Появляется окно «**Основные результаты вычисления**».



При сокращении длины прямого участка измерительного трубопровода вводится дополнительная неопределенность 0,5%.

Если длины прямых участков соответствуют ГОСТ дополнительная неопределенность отсутствует.



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

Если длины прямых участков не соответствуют ГОСТ появляется соответствующее сообщение.

**Сообщение**

Длины прямых участков трубопровода не соответствуют ГОСТ 8.586.1-5.2005.

Дополнительная неопределенность коэффициента истечения от сокращения длин прямых участков превышает 0,5%.

Возможны два варианта:

- а) выполнить реконструкцию узла учёта;
- б) разработать индивидуальную методику измерений по определению дополнительной неопределенности коэффициента истечения сужающего устройства от несоответствия длин прямолинейных участков (обращаться

**Вывод необходимых длин измерительных участков**

**Ввести дополнительную неопределенность**

Полные результаты расчета приведены в файле Пример2.

**Отчет по проверке длин прямых участков измерительного трубопровода  
на соответствие  
требованиям ГОСТ 8.586.1-5-2005 на программном комплексе «Расходомер ИСО»**

Программный модуль по ГОСТ 8.586.(1-5)-2005)  
Программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
(Разработчик: ООО «СТП», Казань)  
Владелец данной копии программы:  
«Герасимов А.В.»  
Расчет № 3 от 31.05.2008  
выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005)

Проверка длин прямых участков

**ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ**

Измеряемая среда - Природный газ  
молярные % компонентов  
Азот(N<sub>2</sub>).....1 %  
Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>).....0,2 %  
Избыточное давление.....1200000 Па  
Барометрическое давление.....100500 Па  
\* Абсолютное давление.....1300500 Па  
Температура.....2 град.С  
\* Плотность в рабочих условиях.....9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
Плотность в стандартных условиях.....0,68 кг/м<sup>3</sup>  
Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
основная.....0,5 %  
дополнительная.....0 %  
\* Динамическая вязкость.....10,49608 мкПа\*с  
\* Показатель адиабаты.....1,31174  
Метод расчета коэффициента сжимаемости.....NX-19 мод.  
\* Коэффициент сжимаемости.....0,9717  
Относительная влажность.....1

**ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
Диаметр сужающего устройства при 20град.С.....84 мм  
\* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях.....83,976 мм  
\* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих  
условиях.....0,56  
Материал сужающего устройства - Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)  
Коэффициент линейного расширения материала сужающего  
устройства.....1,739E-5 1/град.С  
\* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего  
устройства.....0,99972  
Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы.....Измеряется  
Начальный радиус закругления входной кромки.....0,04 мм  
Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах.....0,495

\* Радиус закругления входной кромки диафрагмы.....0,06358 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы..1,00309  
 Способ отбора давления - через камеру усреднения или соединенные отверстия  
 Смещение оси отверстия сужающего устройства относительно оси  
 трубопровода.....0 мм  
 Отклонение от плоскостности входного торца.....0 мм

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20град.С.....150 мм  
 \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,97 мм  
 Материал трубопровода - Сталь 20  
 Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,296Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...0,9998  
 Страница № 1 от 31.05.2008 Проверка длин прямых участков  
 Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,01 мм  
 \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1  
 Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется

#### КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Перепад давления.....16000 Па  
 \* Коэффициент скорости входа.....1,05311  
 \* Число Рейнольдса.....1577718  
 \* Коэффициент расширения.....0,99638  
 \* Коэффициент истечения.....0,60462  
 \* Коэффициент расхода.....0,63672  
 \* Потери давления.....10747,74 Па  
 \* Массовый расход сухой части газа.....1,94939 м3/с  
 \* Массовый расход влажного газа.....1,95052 м3/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях сухой части  
 газа.....2,86675 м3/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях влажного  
 газа.....2,86841 м3/с

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УЧАСТКА

1-ое местное сопротивление: Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)  
 Расстояние от 1-го местного сопротивления до сужающего устройства 3749 мм  
 Длина 1-го местного сопротивления .....4850 мм  
 2-ое местное сопротивление: Разветвляющий поток тройник  
 Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями .....155 мм  
 Расстояние между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями .....4550 мм  
 3-ое местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка  
 Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями .155 мм Расстояние  
 между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями .....775 мм  
 Комбинации колен после 3-х местных сопротивлений нет  
 Расстояние до местного сопротивления после СУ.....1050 мм

Место установки гильзы термометра - После сужающего устройства

Расстояние между СУ и гильзой термометра.....900 мм

Наружный диаметр гильзы термометра.....15 мм

Расстояние между 1-ым местным сопротивлением и сужающим устройством сокращено

К неопределенности коэффициента истечения арифметически добавлено 0,5%

\*\*\*\*\*

\*\*\* Длины прямолинейных участков трубопровода соответствуют ГОСТ 8.586.1-5.2005

\*\*\*\*\*

\*\*\*

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.

Поверитель: \_\_\_\_\_

Страница № 2 от 31.05.2008 Проверка длин прямых участков

## Расчет неопределенностей

### Руководство по вводу исходных данных

Для расчета неопределенностей необходимо установить соответствующий флажок в окне вид расчета рис. 1. При этом в окне появятся две дополнительные вкладки: «Средства измерения» и «Расчет неопределенностей»

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчета

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Рассчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

выполнить

**Вычислить**

Рис. 1. Окно «Вид расчета». Установка флажка для расчета неопределенностей «выполнить»

**Неопределенность:** Параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

**Расширенная неопределенность:** Величина, определяющая интервал вокруг результата измерения, в пределах которого, можно ожидать, находится большая часть распределения значений, которые с достаточным основанием могли быть приписаны измеряемой величине.

**Относительная расширенная неопределенность:** Отношение расширенной неопределенности к значению оценки измеряемой величины, выраженное в процентах.

И изменится вид вкладки «Измеряемая среда» и «Технологические параметры».

На вкладке «Измеряемая среда» при выборе среды «Природный газ» и установке переключателя «Метод расчёта коэф. сжимаемости» «ВНИЦ СМБ» или «AGA8-92DC» для состава газа появится дополнительный выпадающий список для выбора метрологических характеристик: «неопределенность, %» или «относительная погрешность, %» рис.2.

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределенностей

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМБ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура 2 град.С

Перепад давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Состав газа

№	Компонент	неопределенность, %		относительная погрешность, %	
		неопределенность, %	относительная погрешность, %	неопределенность, %	относительная погрешность, %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95	0	0	0
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5	0	0	0
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0	0	0	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0	0	0	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0	0	0	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0	0	0	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0	0	0	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0	0	0	0
9	Гелий(He)	0	0	0	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0	0	0	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0	0	0	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0	0	0	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в стандартных условиях

**Вычислить**

Рис. 2. Окно вкладки «Измеряемая среда». Выбор метрологических характеристик для состава газа

При установке переключателя «Метод расчета коэфф. сжимаемости» «GERG 91 мод.» или «NX-19 мод.» для полей «Плотность газа в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>», «Содержание азота», «Содержание двуокси углерода» появятся поля «Основ.» и «Доп.» для ввода значений метрологических характеристик «относительная погрешность, %», «неопределенность, %» (вид метрологической характеристики выбирается из выпадающего списка) рис. 3.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: Герасимов А.В.

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределенностей

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Параметры газа

	Основ.	Доп.	
Плотность в стандартных условиях, кг/м <sup>3</sup>	0,5	0	относительная погрешность, %
Содержание азота	0,5	0	относительная погрешность, %
Содержание двуокси углерода	0,5	0	относительная погрешность, %

Температура 2 град.С

Перепад давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 3. Окно вкладки «Измеряемая среда». Выпадающий список для выбора метрологической характеристики

При выборе значения «Другая измеряемая среда» и установке переключателя «Название среды» «Газ» для свойств среды «Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>», «Показатель адиабаты», «Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>», появятся выпадающие списки для выбора метрологических характеристик «неопределенность, %» или «относительная погрешность, %» и поля для ввода основного и дополнительного значения «Основ.» и «Доп.» рис. 4.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: Герасимов А.В.

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределённостей

Другая измеряемая среда

Название среды

Название

газ  пар  жидкость

Свойства среды

Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup> 0 Основ. Доп.

неопределенность, % 0 0

Динамическая вязкость, мПа\*с жПа\*с

неопределенность, % относительная погрешность, %

Показатель адиабаты 0 Основ. Доп.

неопределенность, % 0 0

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0 Основ. Доп.

неопределенность, % 0 0

Температура 2 град.С

Перепад давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч в рабочих условиях

**Вычислить**

Рис. 4. Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе элемента выпадающего списка «Другая измеряемая среда»

При выборе значения «Другая измеряемая среда» и установке переключателя «Название среды» «Пар» для свойств среды «Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>», «Показатель адиабаты» появятся выпадающие списки для выбора метрологических характеристик «неопределенность %» или «относительная погрешность %» и поля для ввода основного и дополнительного значения «Основ.» и «Доп.» рис. 5.

Рис. 5. Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе элемента выпадающего списка «Другая измеряемая среда» и установке переключателя «Название среды» «Пар»

При выборе значения «Другая измеряемая среда» и установке переключателя «Название среды» «Жидкость» для свойств среды «Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>» появятся выпадающие списки для выбора метрологических характеристик «неопределенность, %» или «относительная погрешность, %» и поля для ввода основного и дополнительного значения «Основ.» и «Доп.» рис. 6.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределённостей

Другая измеряемая среда

Свойства среды

Плотность в рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup> 0 Основ. Доп.

неопределенность, % 0 0

Динамическая вязкость 0 мкПа\*с

Название среды

Название

газ  пар  жидкость

Температура 2 град.С

Перепад давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/ч

**Вычислить**

Рис. 6. Окно вкладки «Измеряемая среда» при выборе элемента выпадающего списка «Другая измеряемая среда» и установке переключателя «Название среды» «Жидкость»

На вкладке «Технологические параметры» при выборе для радиуса закругления входной кромки элемента выпадающего списка «Измеряется» появляется выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %» и поле для ввода ее значения рис. 7-8.

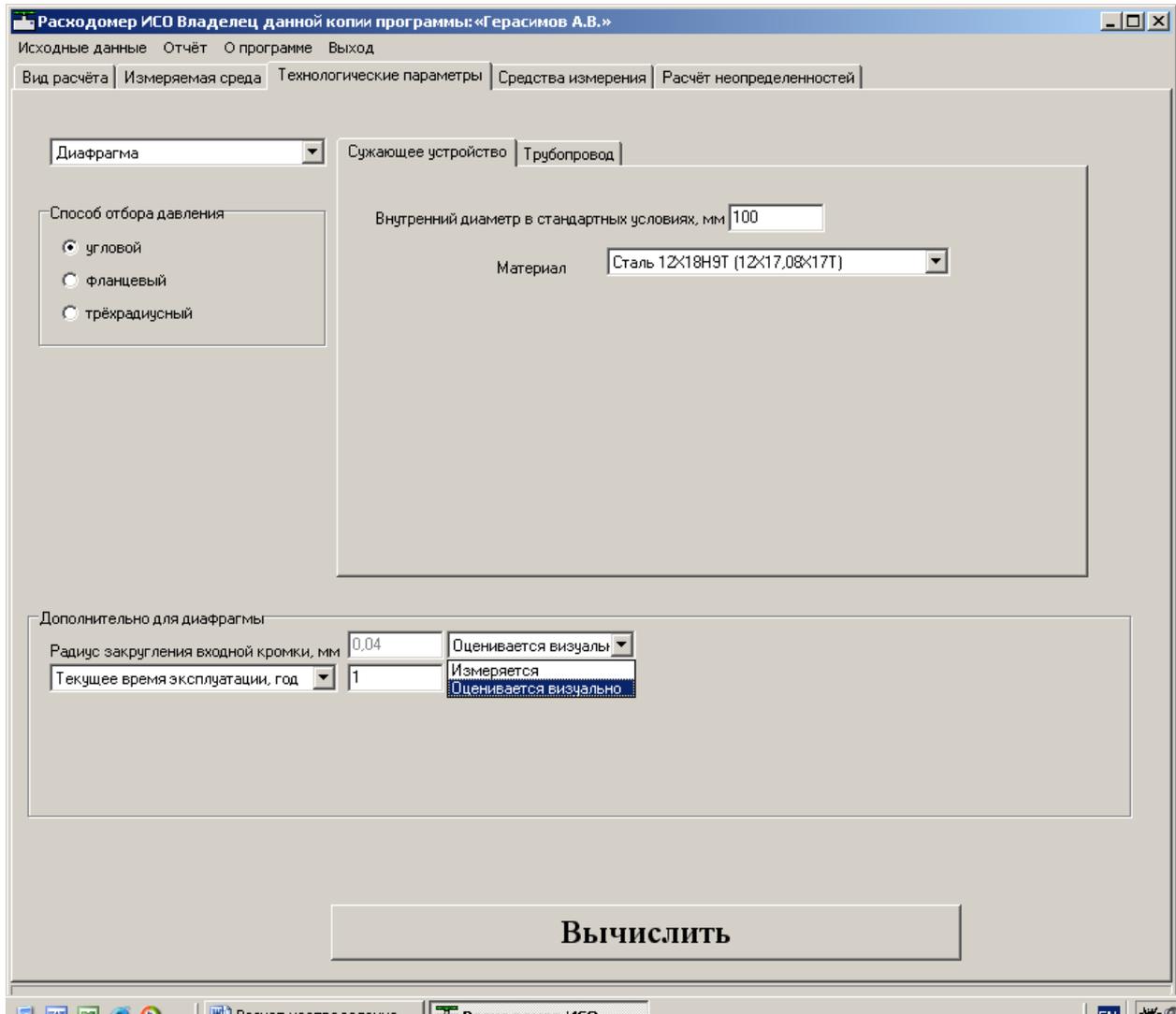


Рис. 7. Окно вкладки «Технологические параметры». Выбор элемента выпадающего списка «измеряется» для радиуса закругления входной кромки.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

Диафрагма | Сужающее устройство | Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 100

Материал Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0.04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 1

неопределённость, %  
 неопределённость, %  
 относительная погрешность, %

радиуса закругления входной кромки 0

**Вычислить**

Рис. 8. Окно вкладки «Технологические параметры». Выбор метрологической характеристики для радиуса закругления входной кромки.

На вкладке «Трубопровод» вкладки «Технологические параметры» при выборе элемента выпадающего списка «Измеряется» для эквивалентной шероховатости стенки появляется выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %» и поля «Основ.» и «Доп.» для ввода ее основного и дополнительного значения рис. 9-10.

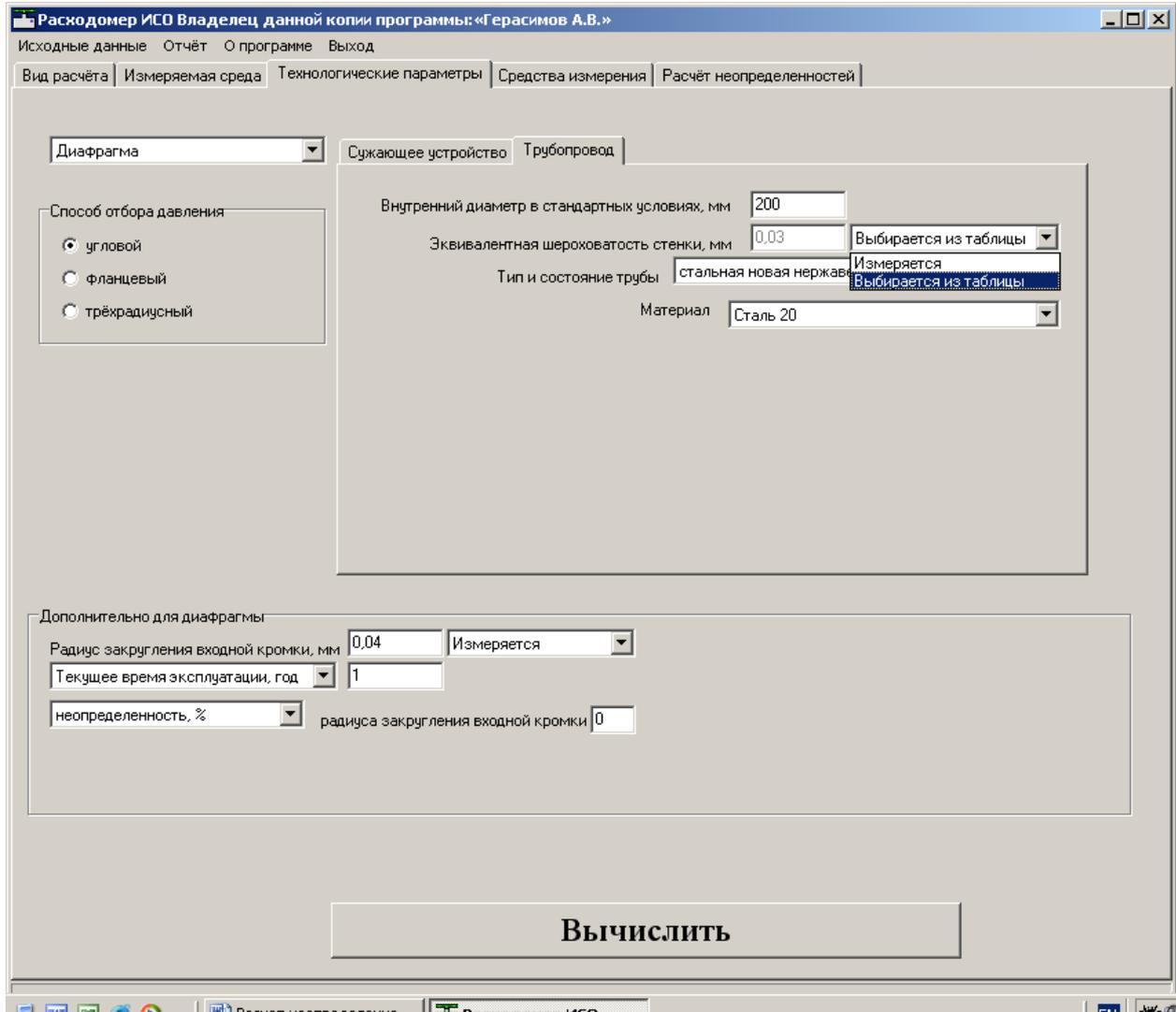


Рис. 9. Окно вкладки «Технологические параметры». Выбор элемента выпадающего списка «измеряется» для эквивалентной шероховатости стенки.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

Диафрагма | Сужающее устройство | Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм: 200

Эквивалентная шероховатость стенки, мм: 0.03 | Измеряется

Материал: Сталь 20

неопределённость, % | эквивалентной шероховатости стенки | Основ. | Доп.

неопределённость, %

относительная погрешность, %

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм: 0.04 | Измеряется

Текущее время эксплуатации, год: 1

неопределённость, % | радиуса закругления входной кромки: 0

**Вычислить**

Рис. 10. Окно вкладки «Технологические параметры». Выбор метрологической характеристики для эквивалентной шероховатости стенки.

На вкладке «Средства измерения» можно указать наличие измерительного комплекса установкой флажка «Применяется измерительный комплекс». При отсутствии данного флажка необходимо указать все средства измерения расхода. Для этого используются вкладки «Перепад давления», «Давление», «Температура», «Вычислитель» рис. 11.

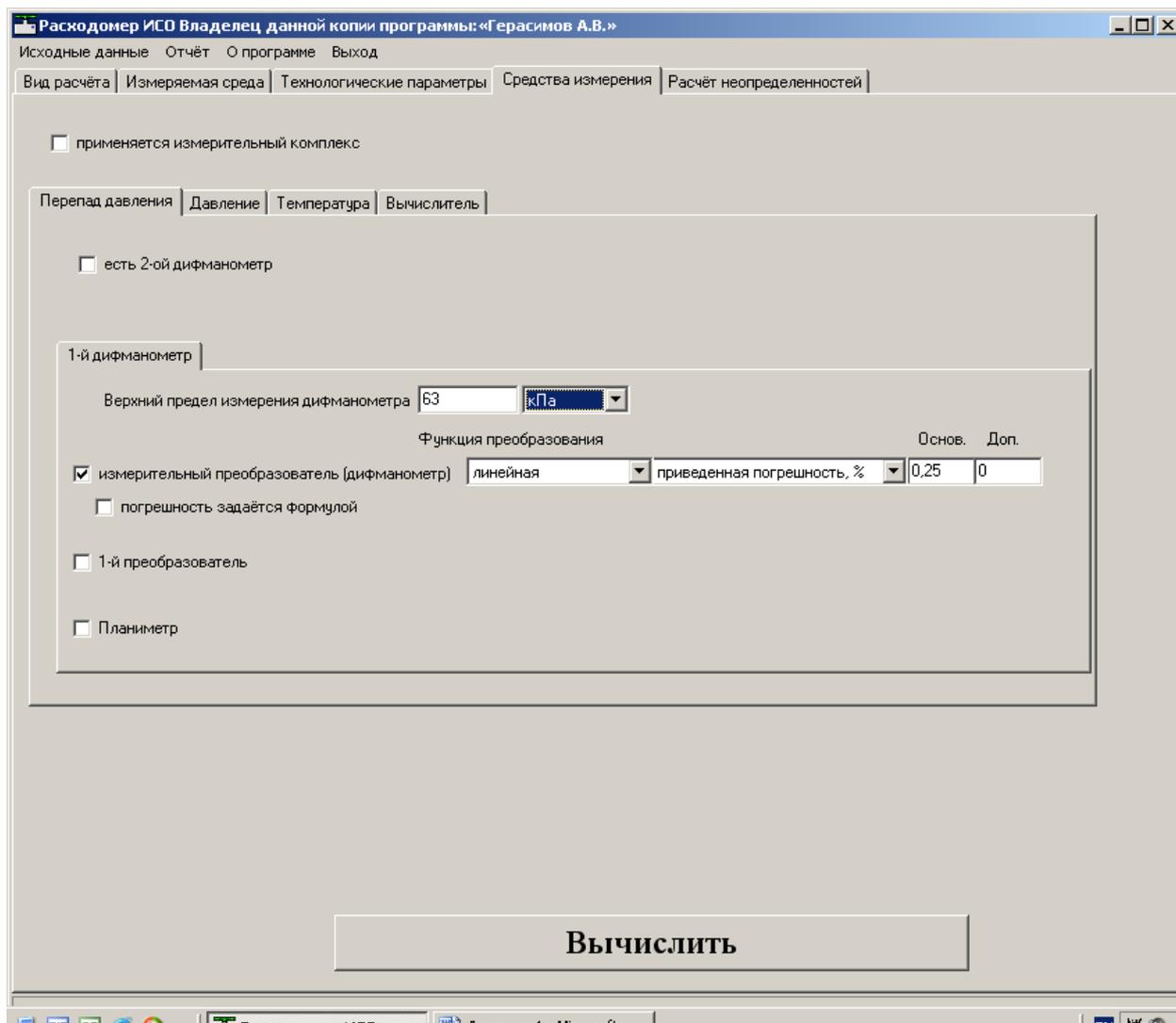


Рис. 11. Окно вкладки «Средства измерения»

На вкладке «Перепад давления» указывается: наличие 2-го дифманометра установкой флажка «Есть 2-ой дифманометр» и характеристики 1-го дифманометра: верхний предел измерения и единицы измерения (выбираются из выпадающего списка) рис. 12.

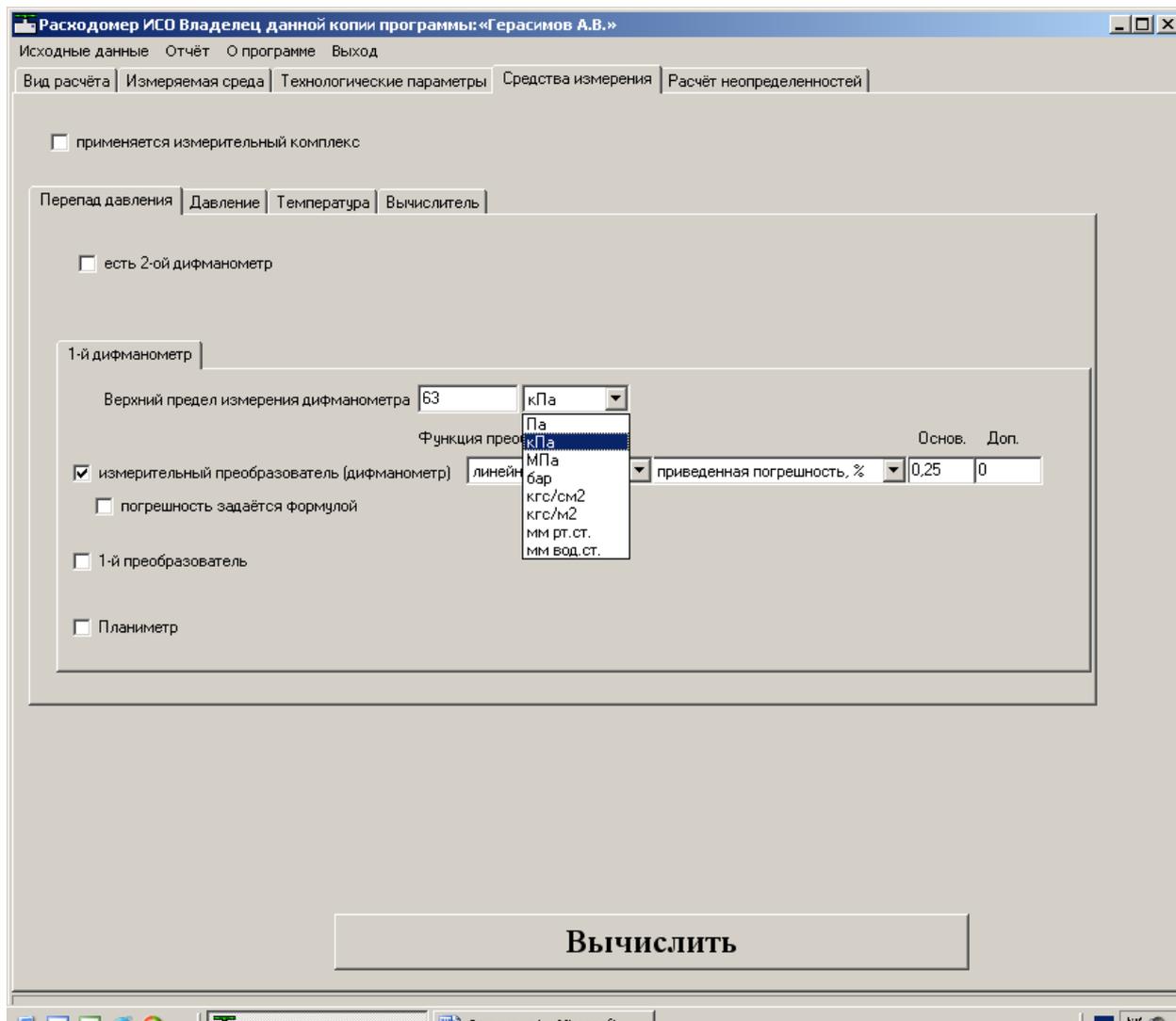


Рис. 12. Окно вкладки «Перепад давления»

Характеристики шкалы дифманометра: «линейная» или «с извлечением корня» (выбирается из выпадающего списка) рис. 13.

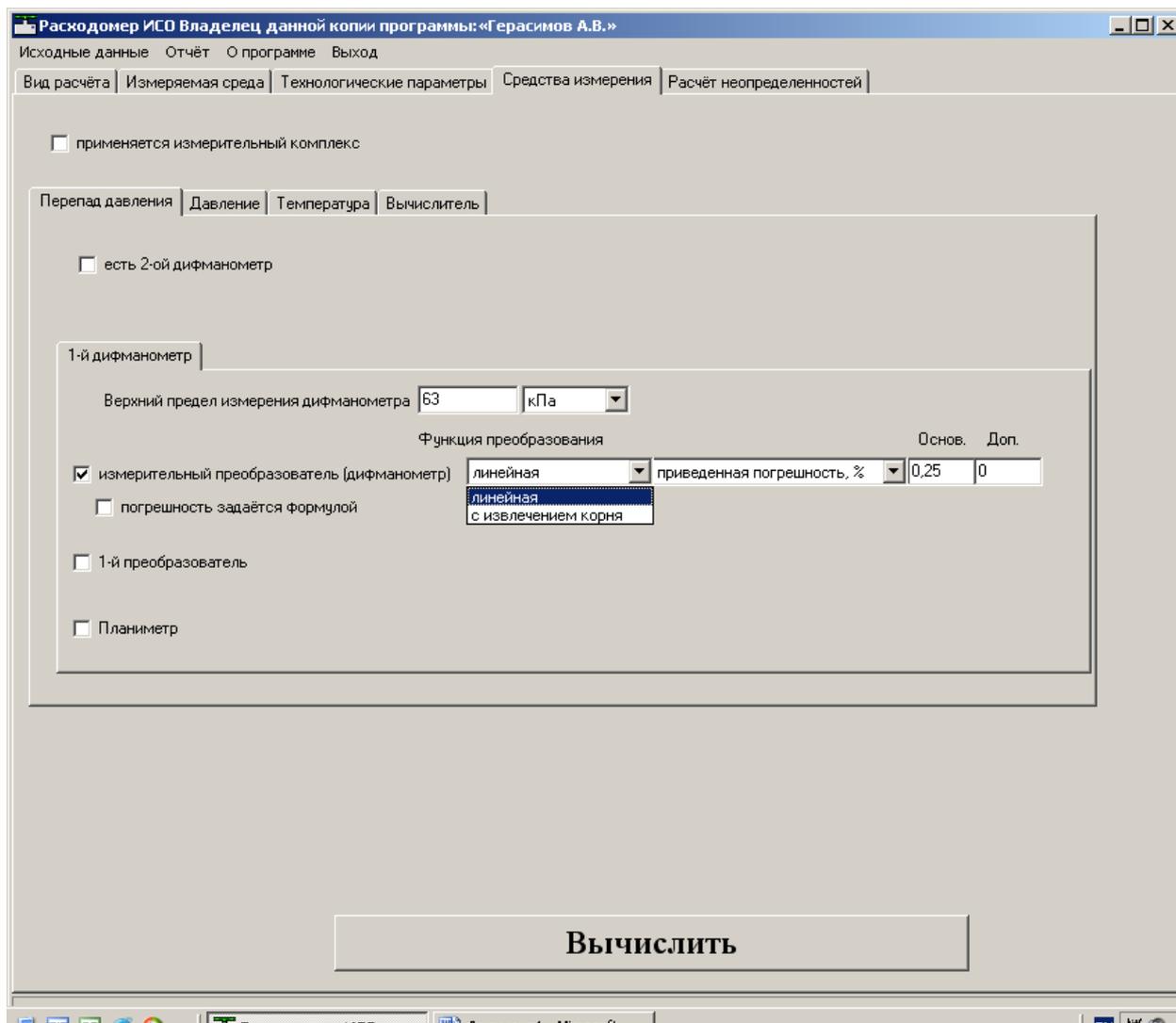


Рис. 13. Окно вкладки «Перепад давления». Выбор характеристик функции преобразования для первого дифманометра

Из выпадающего списка выбирается одна из метрологических характеристик: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %». В соответствующие поля заносятся значения метрологической характеристики: основное и дополнительное рис. 14.

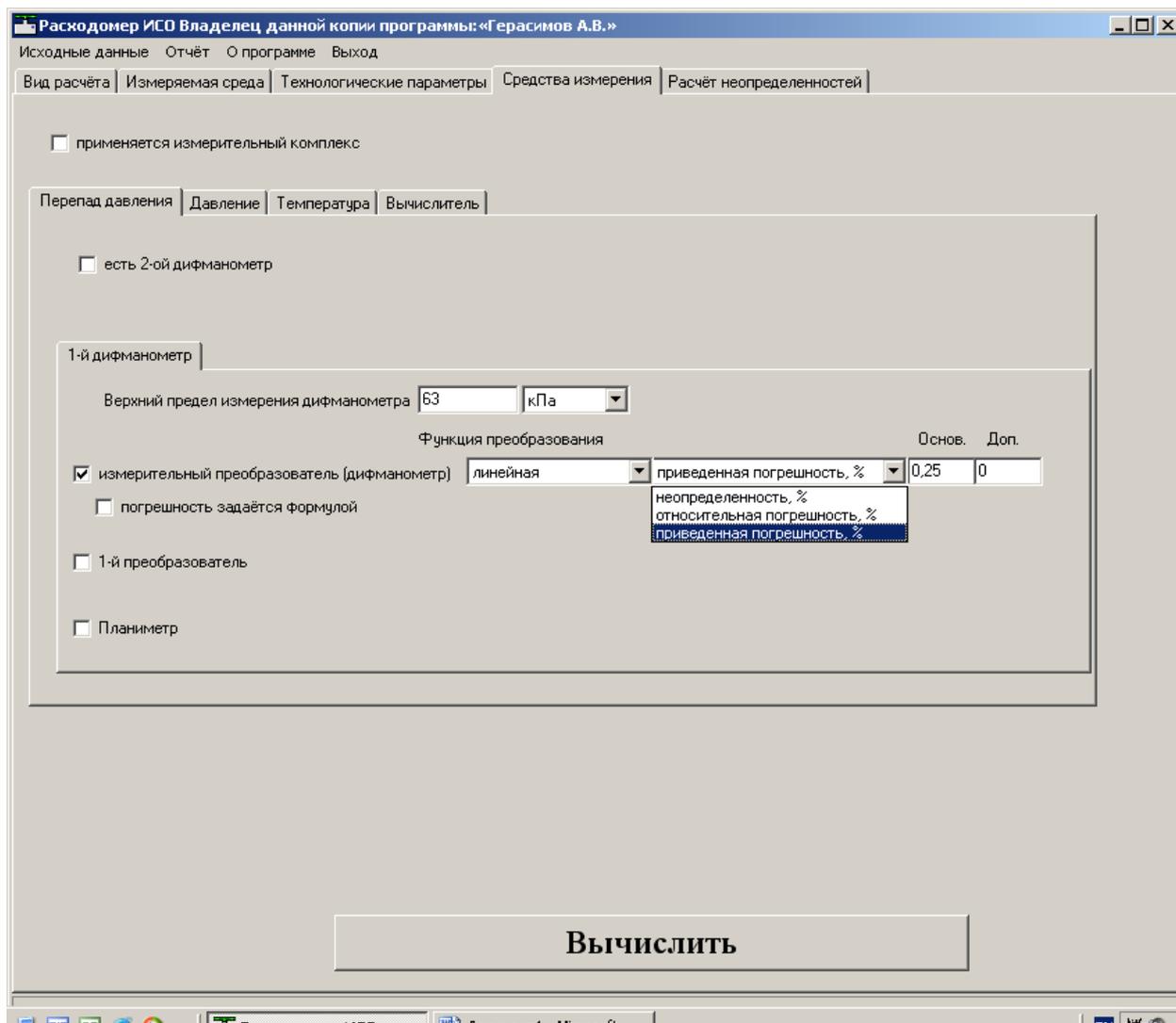


Рис. 14. Окно вкладки «Перепад давления». Выбор метрологической характеристики 1-го дифманометра.

Если погрешность задается формулой, то устанавливается соответствующий флажок, и появляются поля для ввода коэффициентов линейной зависимости рис. 15.

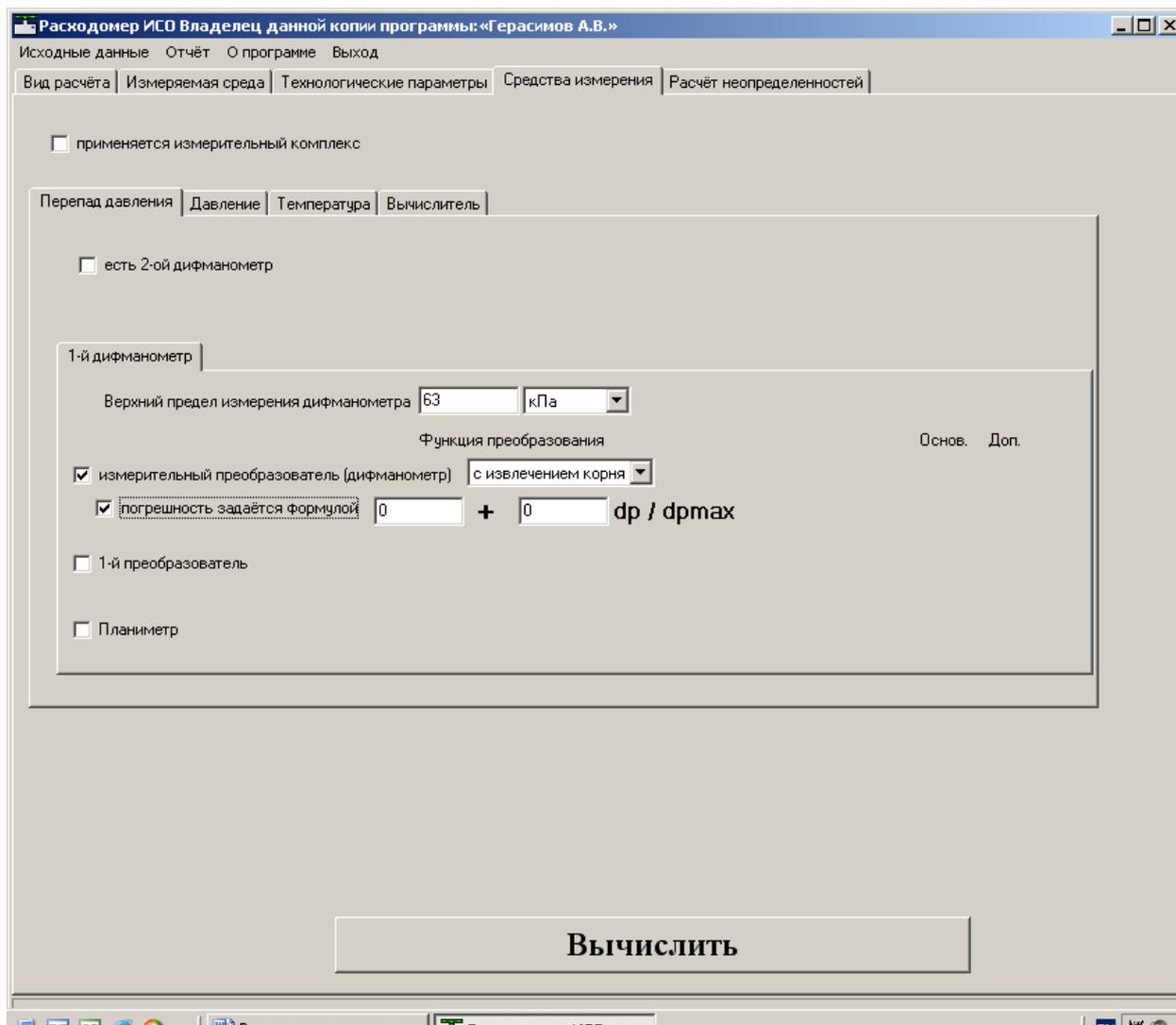


Рис. 15. Окно вкладки «Перепад давления». Установка флажка «погрешность задается формулой» для 1-го дифманометра

При установке флажка 1-й преобразователь появляются выпадающие списки для выбора характеристик преобразователя «линейная» или «с извлечением корня» рис. 16.

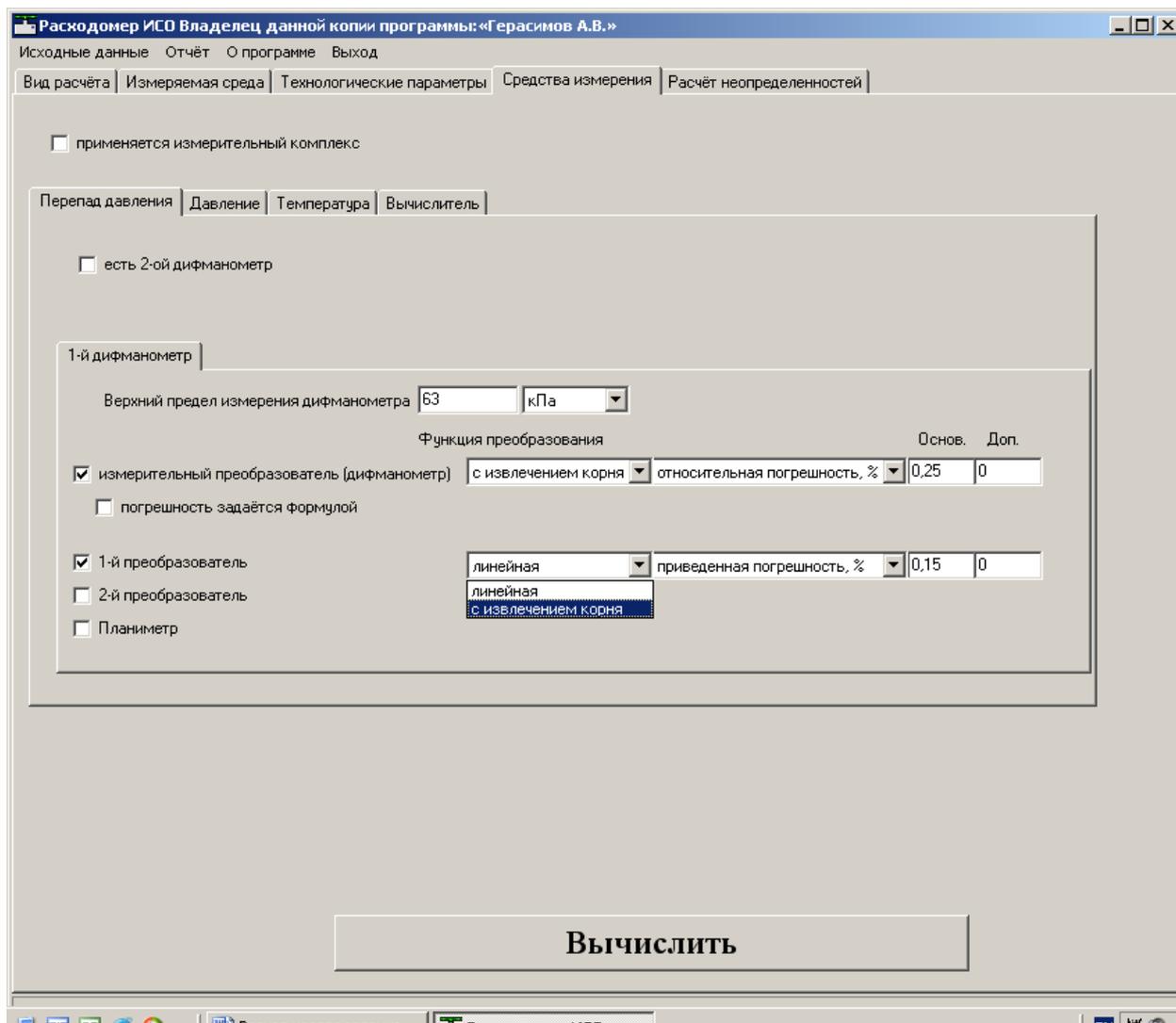


Рис. 16. Окно вкладки «Перепад давления». Установка флажка «1-й преобразователь»

И выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %» и поля для ввода значения метрологической характеристики: основное и дополнительное рис. 17.

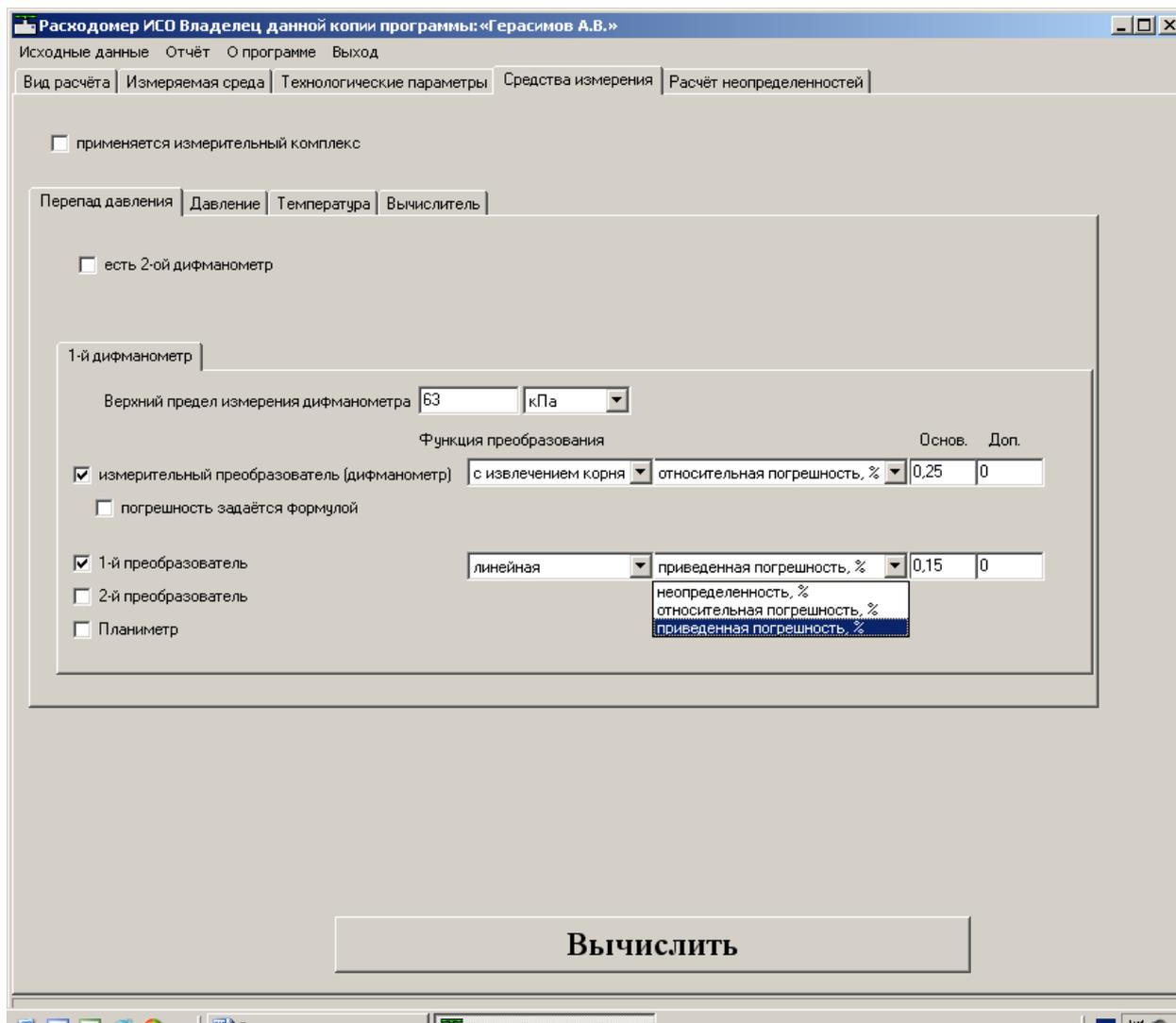


Рис. 17. Окно вкладки «Перепад давления». Выбор метрологической характеристики для 1-го преобразователя.

При наличии второго преобразователя необходимо установить флажок «2-й преобразователь», после чего появится выпадающий список для выбора метрологической характеристики: неопределенности, относительной погрешности или приведенной погрешности (в %) и поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 18.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр

1-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 63 кПа

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) с извлечением корня относительная погрешность, % 0,25 0

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь линейная приведенная погрешность, % 0,15 0

2-й преобразователь линейная неопределенность, % 0 0

Планиметр

**Вычислить**

Рис. 18. Окно вкладки «Перепад давления». Установка флажка «2-й преобразователь»

При установке флажка «Планиметр» появится выпадающий список для выбора характеристик планиметра «Пропорциональный», «Полярный» или «Корневой» и выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %» и поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 19.

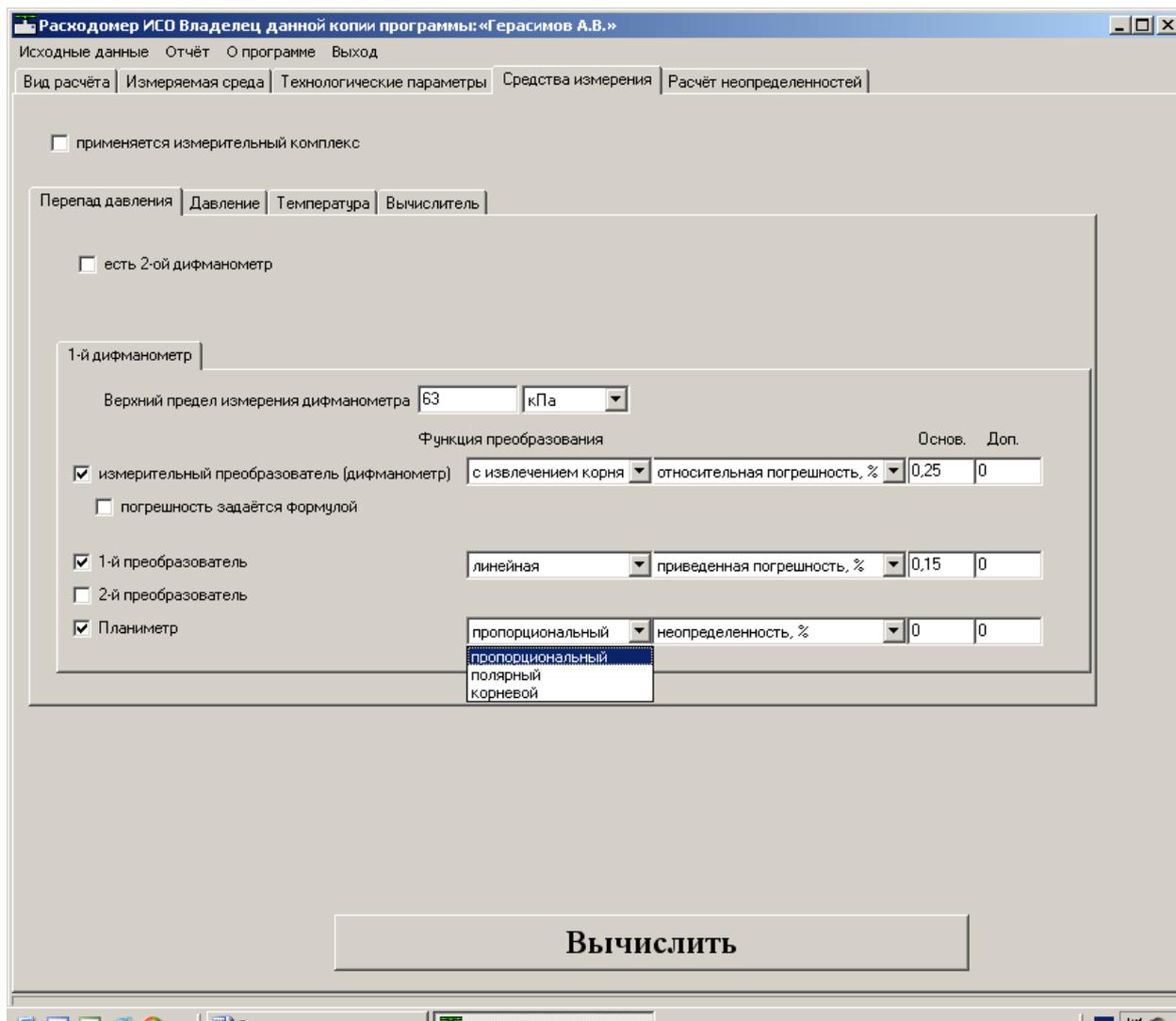


Рис. 19. Окно вкладки «Перепад давления». Установка флажка «Планиметр».

При установке флажка «есть 2-ой дифманометр» появляется вкладка «2-ой дифманометр», в которой указываются характеристики 2-го дифманометра рис. 20.

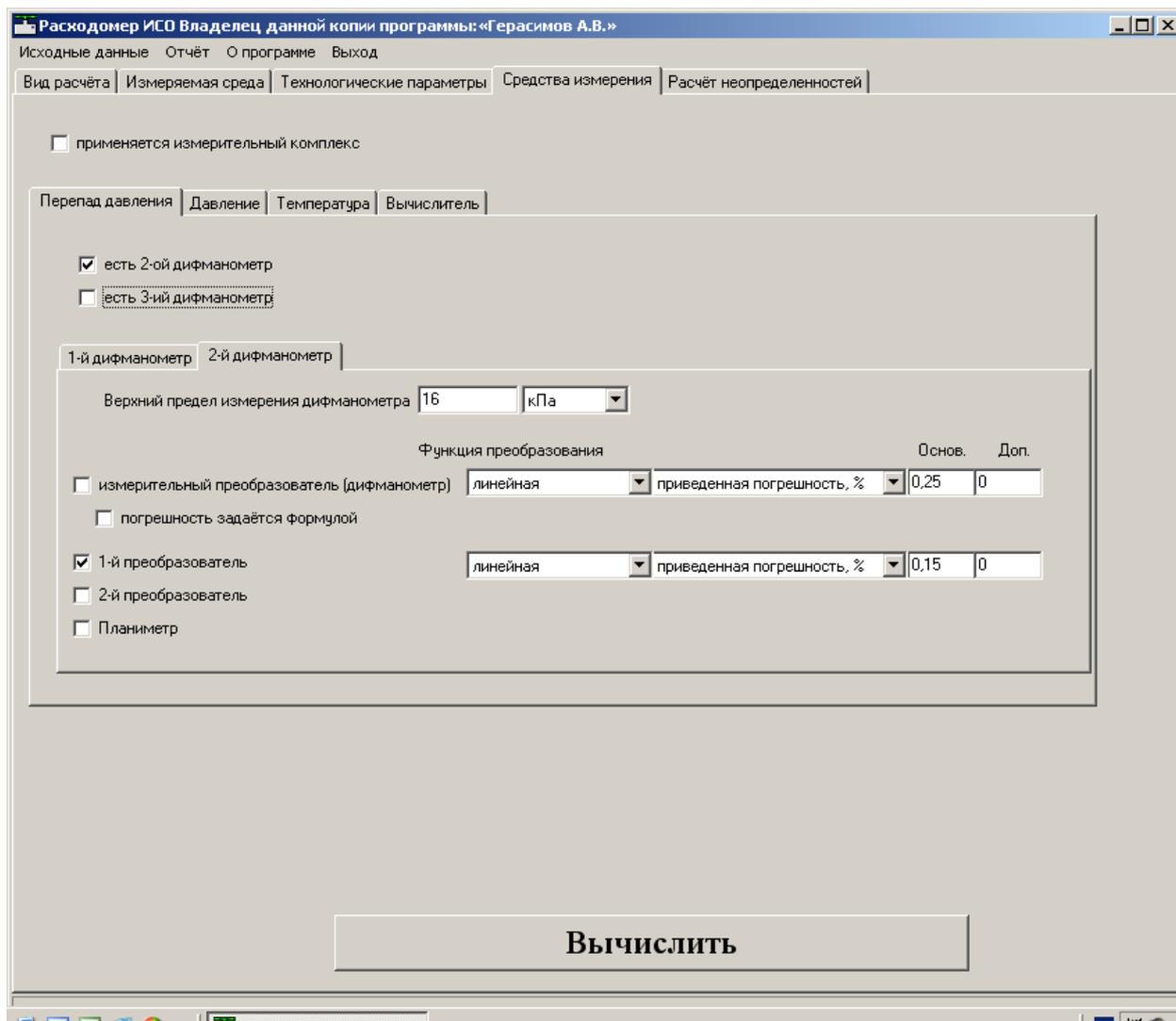


Рис. 20. Окно вкладки «2-ой дифманометр».

При установке флажка «есть 3-й дифманометр» появляется вкладка «3-й дифманометр», в которой указываются характеристики 3-го дифманометра рис.21.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр  
 есть 3-ий дифманометр

1-й дифманометр | 2-й дифманометр | 3-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 63 кПа

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) с извлечением корня

погрешность задаётся формулой 0 + 0 dp / dpmax

1-й преобразователь линейная приведенная погрешность, % 0,15 0

2-й преобразователь

Планиметр пропорциональный неопределенность, % 0 0

**Вычислить**

Рис. 21. Окно вкладки «3-й дифманометр».

На вкладке «Давление» указывается: верхний предел измерений избыточного давления и единицы измерения (выбираются из выпадающего списка) рис. 22.

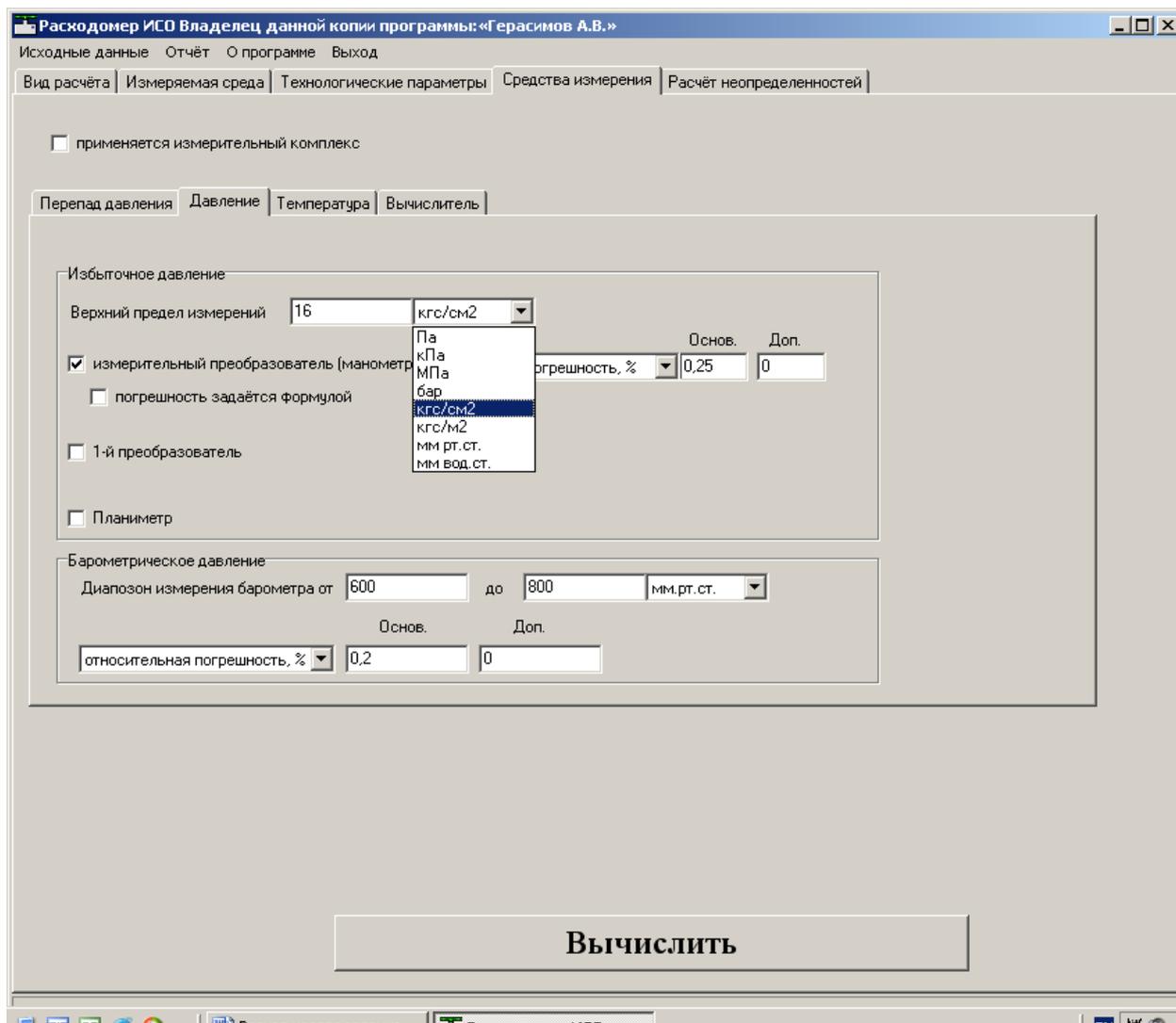


Рис. 22. Окно вкладки «Давление»

Далее из выпадающего списка выбирается метрологическая характеристика: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %» и в соответствующие поля вводятся значения основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 23.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 16 кгс/см<sup>2</sup>

измерительный преобразователь (манометр) Основ. Доп.

приведенная погрешность, % 0,25 0

погрешность задаётся формулой неопределенность, %

1-й преобразователь относительная погрешность, %

Планиметр приведенная погрешность, %

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Основ. Доп.

относительная погрешность, % 0,2 0

**Вычислить**

Рис. 23. Окно вкладки «Давление». Выбор метрологической характеристики.

Если погрешность задается формулой, то устанавливается соответствующий флажок, и появляются поля для ввода коэффициентов линейной зависимости рис. 24.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 16 кгс/см2

измерительный преобразователь (манометр) Основ. Доп.

погрешность задается формулой 0 + 0 p / pmax

1-й преобразователь

Планиметр

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Основ. Доп.

относительная погрешность, % 0,2 0

**Вычислить**

Рис. 24. Окно вкладки «Давление». Установка флажка «Погрешность задается формулой».

При установке флажка 1-й преобразователь появляются выпадающие списки для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %» и поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 25-26.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | **Давление** | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 16 кгс/см<sup>2</sup>

Основ. Доп.

измерительный преобразователь (манометр)

погрешность задаётся формулой 0 + 0 р / р<sub>max</sub>

1-й преобразователь приведенная погрешность, % 0 0

2-й преобразователь

Планиметр

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Основ. Доп.

относительная погрешность, % 0,2 0

**Вычислить**

Рис. 25. Окно вкладки «Давление». Установка флажка «1-й преобразователь».

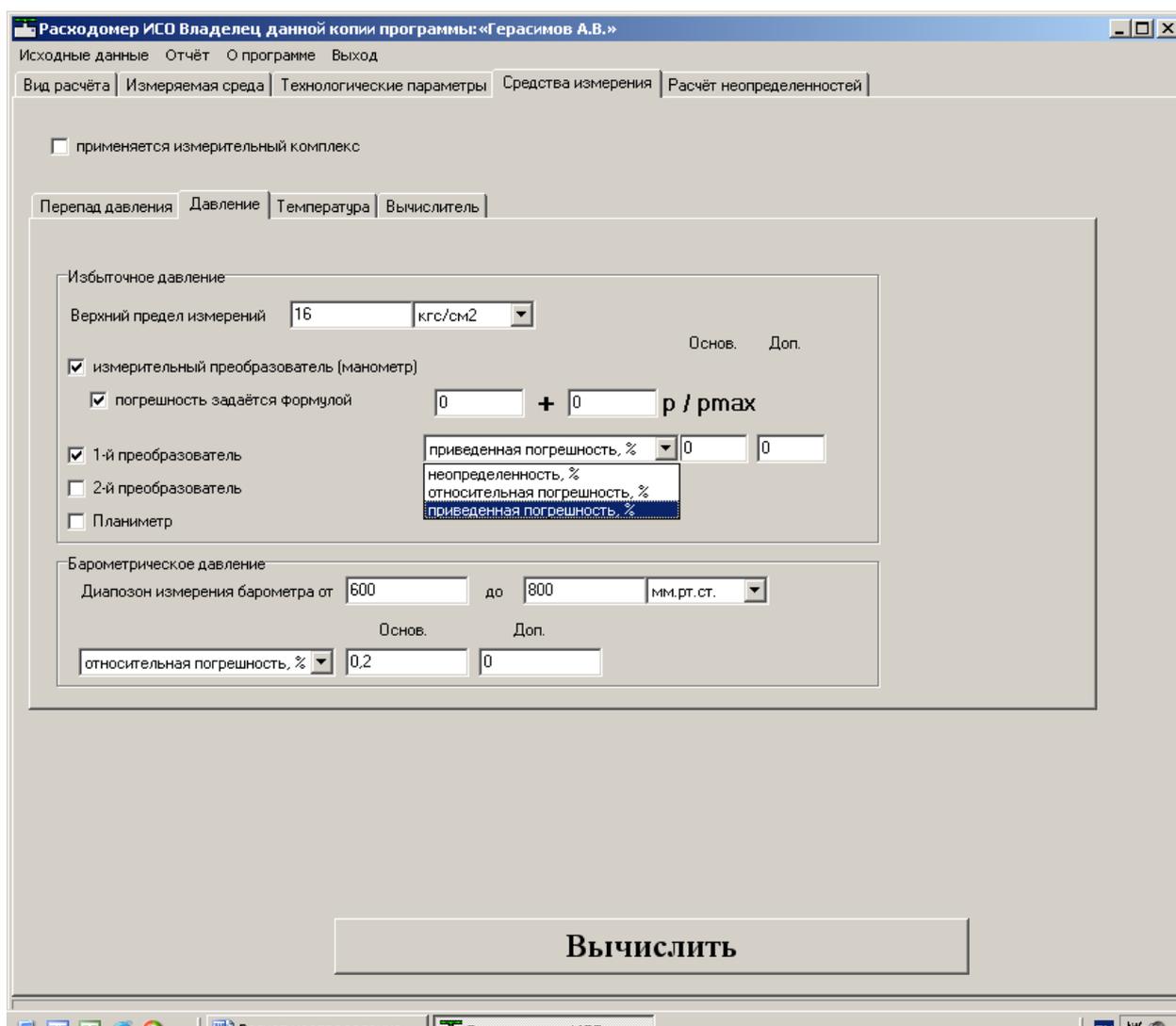


Рис. 26. Окно вкладки «Давление» при установке флажка «1-й преобразователь». Выбор метрологической характеристики.

27. Аналогичные установки выполняются при выборе флажка «2-й преобразователь» рис.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 16 кгс/см2

Основ. Доп.

измерительный преобразователь (манометр)

погрешность задаётся формулой 0 + 0 р / р<sub>max</sub>

1-й преобразователь приведенная погрешность, % 0 0

2-й преобразователь неопределённость, % 0 0

Планиметр

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Основ. Доп.

относительная погрешность, % 0,2 0

**Вычислить**

Рис. 27. Окно вкладки «Давление». Установка флажка «2-й преобразователь»

При установке флажка «Планиметр» появится выпадающий список для выбора метрологической характеристики: неопределенности, относительной погрешности или приведенной погрешности (в %) и поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис 28.

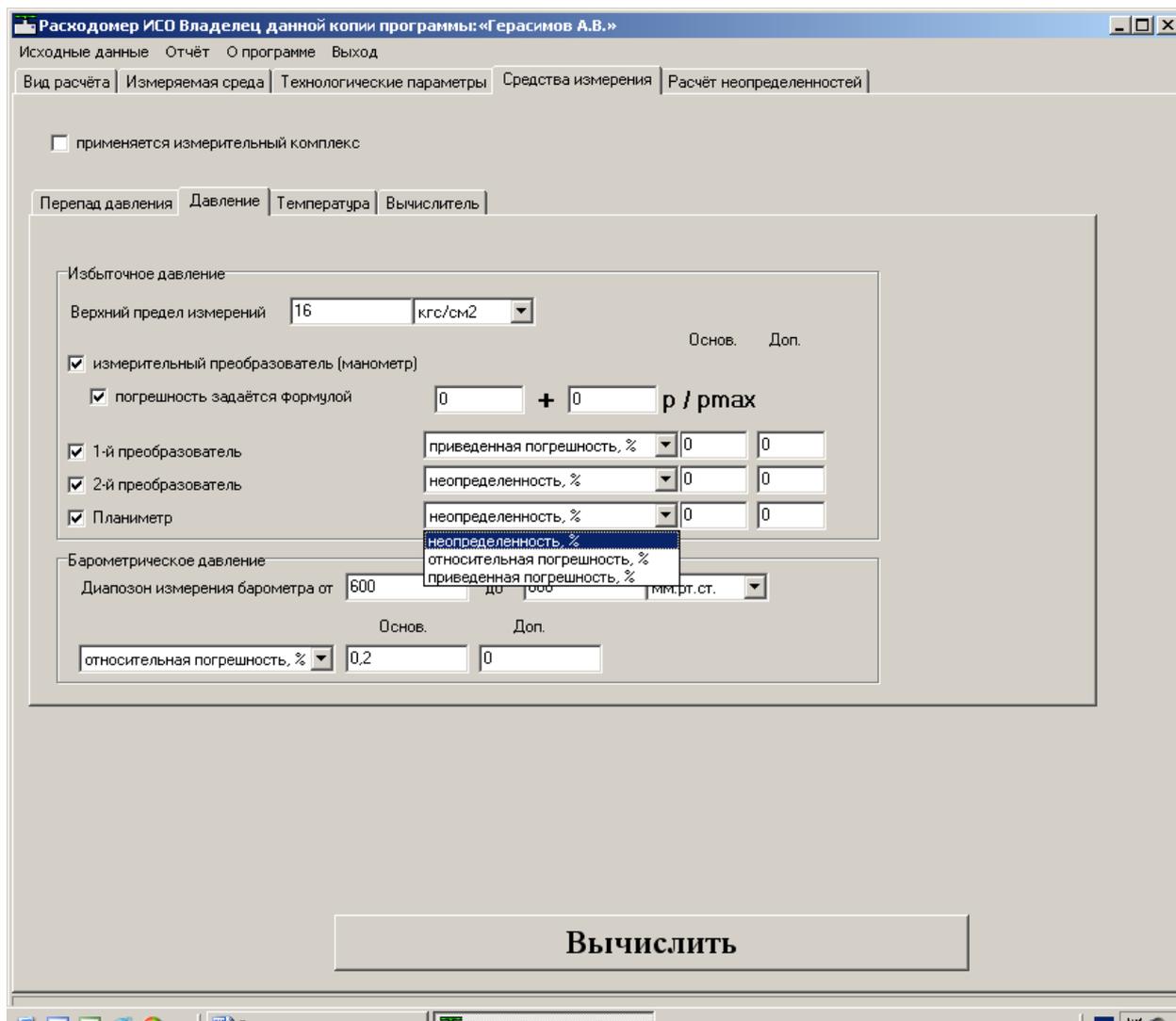


Рис. 28. Окно вкладки «Давление». Установка флажка «Планиметр»

В нижней части вкладки «Давление» указывается диапазон измерения барометра и из выпадающего списка выбираются единицы измерения барометрического давления рис. 29.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | **Давление** | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений: 16 кгс/см<sup>2</sup>

измерительный преобразователь (манометр)      Основ.    Доп.

погрешность задаётся формулой      0 + 0 р / р<sub>max</sub>

1-й преобразователь      приведенная погрешность, %    0    0

2-й преобразователь      неопределённость, %    0    0

Планиметр      неопределённость, %    0    0

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от: 600 до: 800 мм.рт.ст.

Основ.    Доп.

относительная погрешность, %    0,2    0

Па  
кПа  
МПа  
бар  
кгс/см<sup>2</sup>  
кгс/м<sup>2</sup>  
мм.рт.ст.  
мм.вод.ст.

**Вычислить**

Рис. 29. Окно вкладки «Давление». Поля ввода «Диапазон измерения барометра».

Из выпадающего списка выбирается метрологическая характеристика: неопределенность %, относительная погрешность %, приведенная погрешность % или абсолютная погрешность и указываются значения основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 30.

Рис. 30. Окно вкладки «Давление». Выбор метрологической характеристики для барометрического давления.

На вкладке «Температура» задаются: диапазон средства измерения и единицы измерения рис. 31.

The screenshot shows the 'Температура' (Temperature) tab within the 'Расходомер ИСО' software. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main menu has 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', 'Технологические параметры', 'Средства измерения', and 'Расчёт неопределённостей'. The 'Средства измерения' (Measurement Instruments) sub-tab is active, showing a 'Температура' (Temperature) sub-tab. A checkbox 'применяется измерительный комплекс' is unchecked. The 'Диапазон измерений средства измерения' (Measurement range of the instrument) is set from '0' to '200' with units 'град.С'. Below this, there are fields for 'измерительный преобразователь (термометр)' (measuring converter (thermometer)) set to 'неопределённость, %' (uncertainty, %), with 'Основ.' (Basic) and 'Доп.' (Additional) values both set to '0'. There are also checkboxes for 'погрешность задаётся формулой' (error is defined by formula), '1-й преобразователь' (1st converter), and 'Планиметр' (planimeter). A 'Вычислить' (Calculate) button is located at the bottom of the form.

Рис. 31. Окно вкладки «Температура».

Из выпадающего списка выбирается метрологическая характеристика: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %», «абсолютная погрешность» и указываются значения основного и дополнительного значения метрологической характеристики рис. 32.

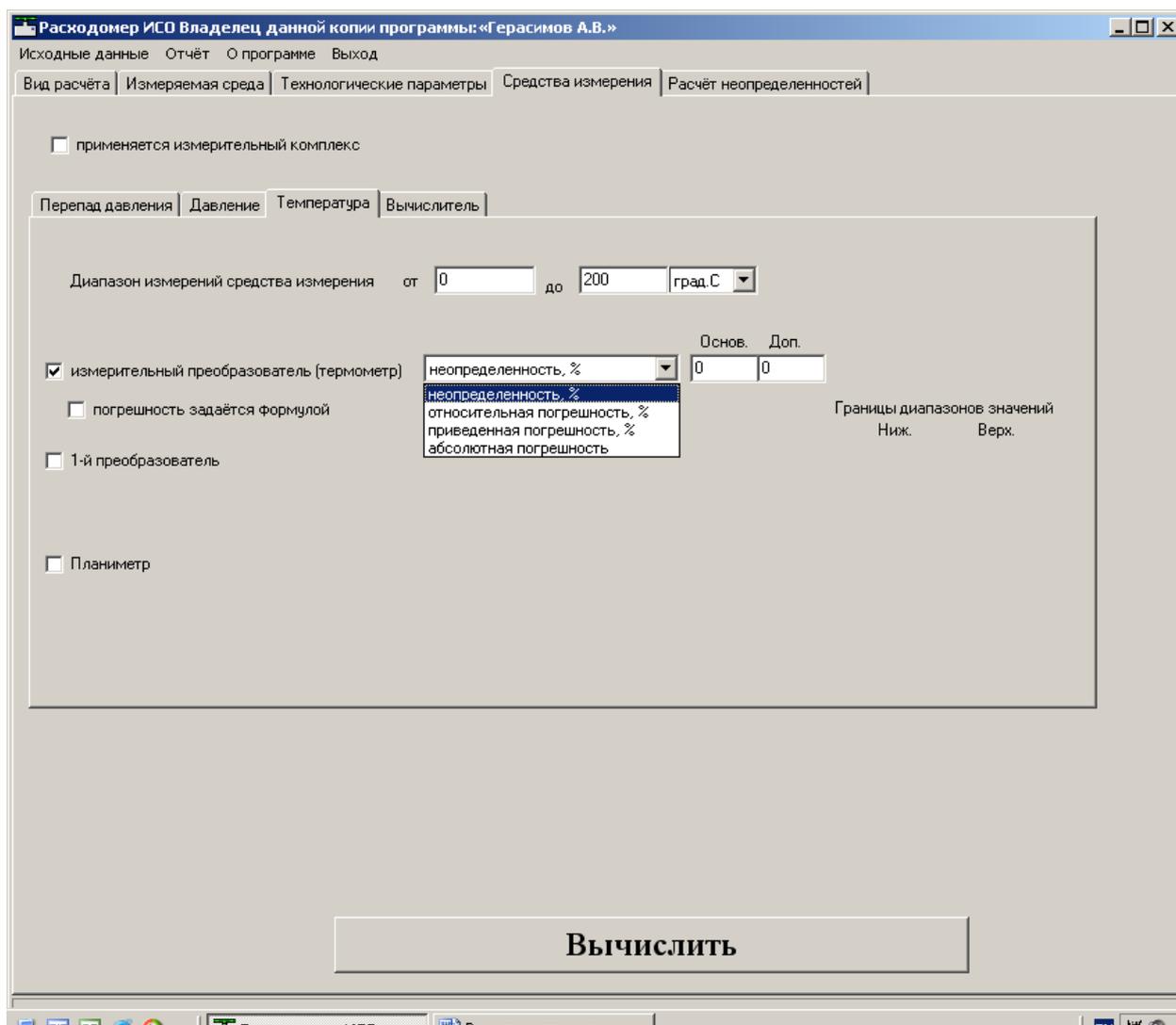


Рис. 32. Окно вкладки «Температура». Выбор метрологической характеристики.

Если погрешность задается формулой, то устанавливается соответствующий флажок, и появляются поля для ввода коэффициентов линейной зависимости рис. 33.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Диапазон измерений средства измерения от 0 до 200 град.С

Основ. Доп.

измерительный преобразователь (термометр)

погрешность задаётся формулой 0,3 + 0,005 t

Границы диапазонов значений  
Ниж. Верх.

1-й преобразователь

Планиметр

**Вычислить**

Рис. 33. Окно вкладки «Температура». Установка флажка «Погрешность задается формулой»

При установке флажка 1-й преобразователь появляются выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %», «абсолютная погрешность», поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики и поля для ввода нижней и верхней границ диапазонов значений рис. 34.

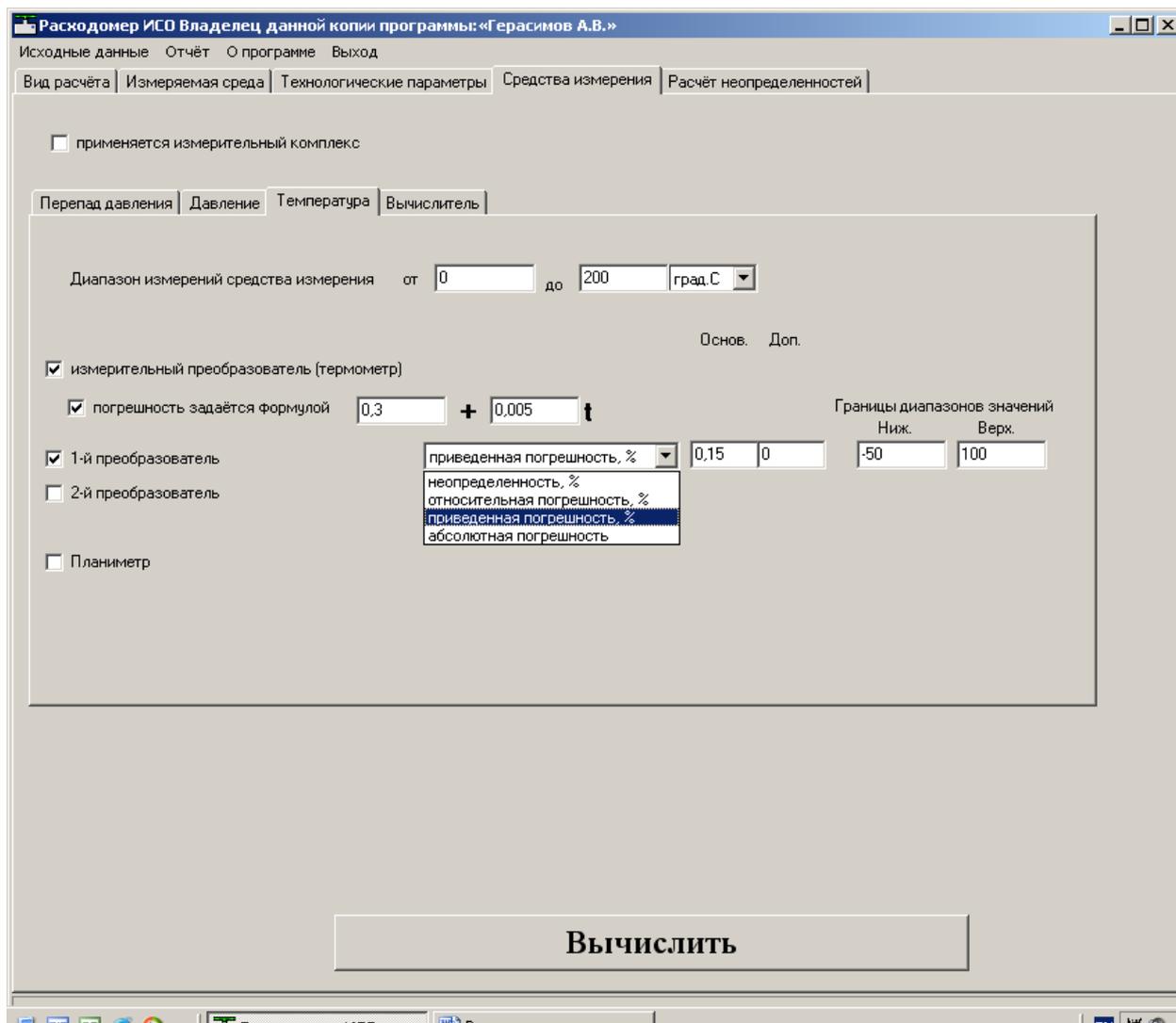


Рис. 34. Окно вкладки «Температура». Установка флажка «1-й преобразователь».

При установке флажка 2-й преобразователь появляются выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %», «абсолютная погрешность», поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики и поля для ввода нижней и верхней границ диапазонов значений рис. 35.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Диапазон измерений средства измерения от 0 до 200 град.С

Основ. Доп.

измерительный преобразователь (термометр)

погрешность задаётся формулой 0,3 + 0,005 t

Границы диапазонов значений

	Основ.	Доп.	Ниж.	Верх.
<input checked="" type="checkbox"/> 1-й преобразователь	0,15	0	-50	100
<input checked="" type="checkbox"/> 2-й преобразователь	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> 3-й преобразователь				
<input type="checkbox"/> Планиметр				

выпадающий список: неопределенность, %

**Вычислить**

Рис. 35. Окно вкладки «Температура». Установка флажка «2-й преобразователь».

При установке флажка 3-й преобразователь появляются выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %», «абсолютная погрешность», поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики и поля для ввода нижней и верхней границ диапазонов значений рис. 36.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Диапазон измерений средства измерения от 0 до 200 град.С

Основ. Доп.

измерительный преобразователь (термометр)

погрешность задаётся формулой 0,3 + 0,005 t

Границы диапазонов значений

	Ниж.	Верх.
1-й преобразователь	-50	100
2-й преобразователь	0	0
3-й преобразователь	0	0

Выбор для 3-го преобразователя:

- приведенная погрешность, %
- относительная погрешность, %
- приведенная погрешность, %
- абсолютная погрешность

**Вычислить**

Рис. 36. Окно вкладки «Температура». Установка флажка «3-й преобразователь».

При установке флажка «Планиметр» появляются выпадающий список для выбора метрологической характеристики: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», «приведенная погрешность, %», «абсолютная погрешность», поля для ввода основного и дополнительного значения метрологической характеристики и поля для ввода нижней и верхней границ диапазонов значений рис. 37.

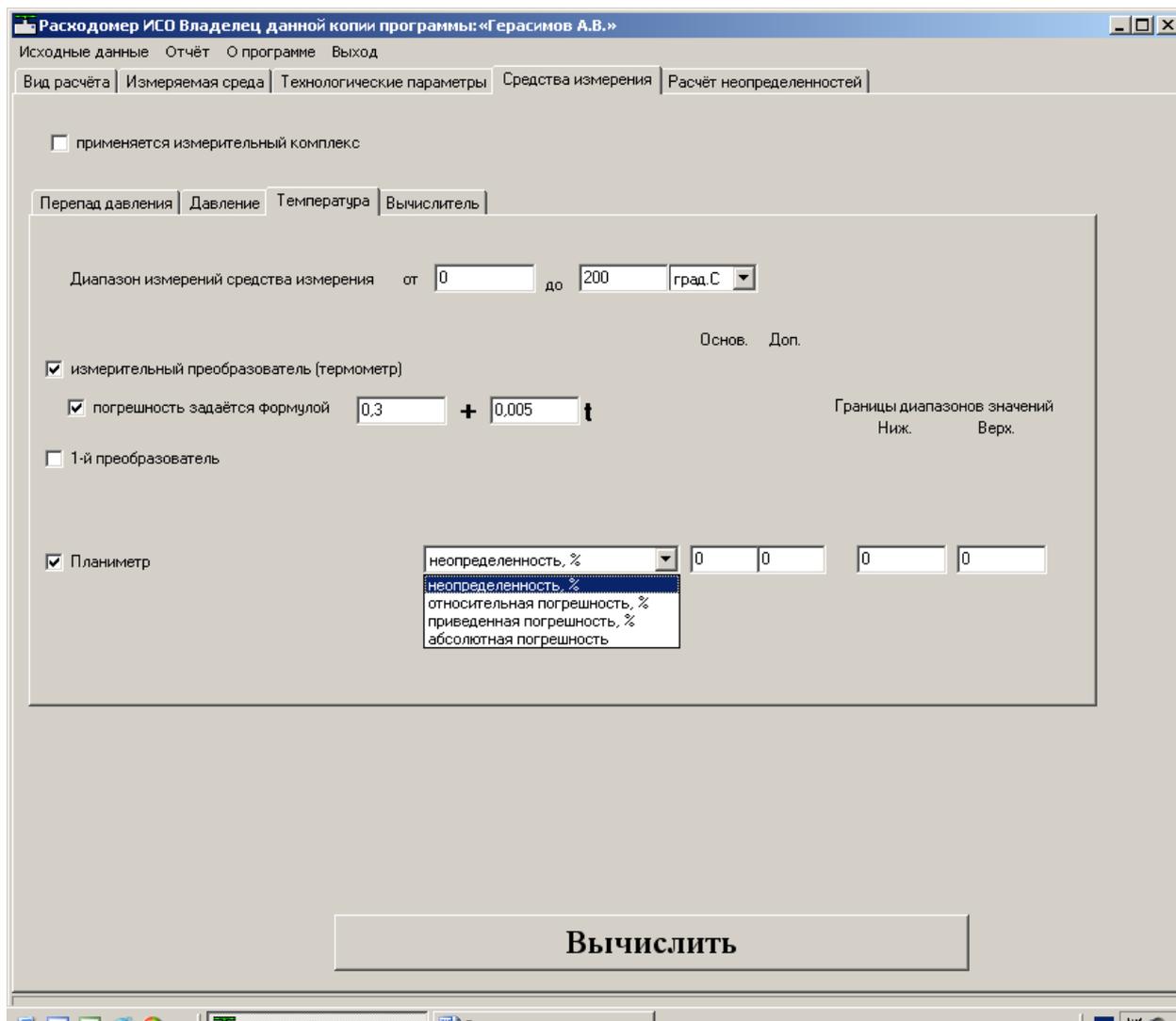


Рис. 37. Окно вкладки «Температура». Установка флажка «Планиметр».

На вкладке «Вычислитель» указывается тип метрологической характеристики: «неопределенность» или «относительная погрешность» или «приведенная погрешность» вычисления расхода контроллером (вычислителем), % и значения метрологической характеристики: основное и дополнительное рис. 38.

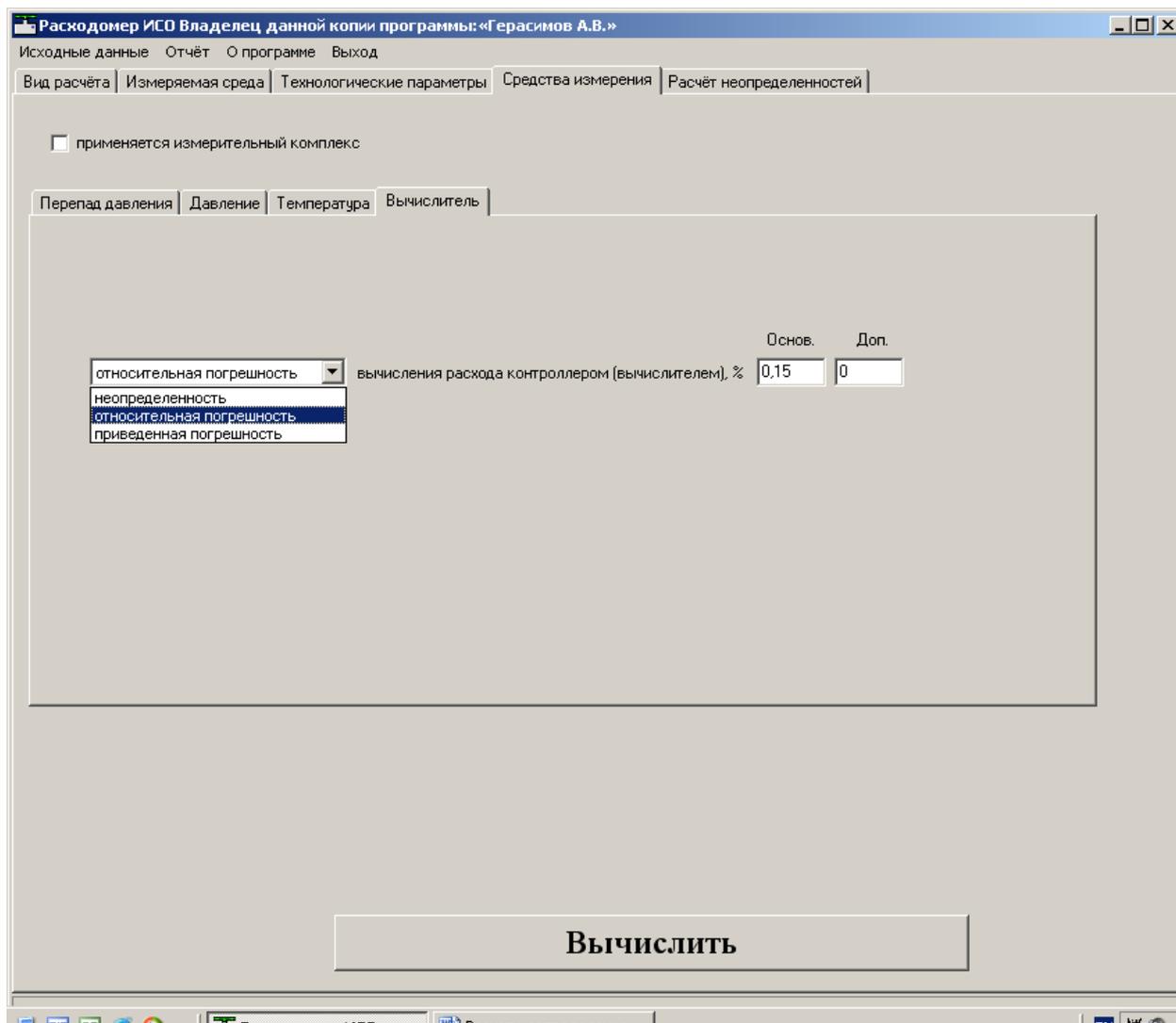


Рис. 38. Окно вкладки «Вычислитель».

Если для измерения применяется вычислительный комплекс устанавливается соответствующий флажок и из выпадающего списка выбирается метрологическая характеристика: «неопределенность, %», «относительная погрешность, %», значения метрологической характеристики: основное и дополнительное, верхний предел 1-го дифманометра, , верхний предел 2-го дифманометра, , верхний предел 3-го дифманометра, диапазон измерения избыточного давления, диапазон измерения температуры, диапазон измерения барометрического давления и единицы измерения каждой величины рис. 39.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

применяется измерительный комплекс

	Основ.	Доп.
Неопределенность, %	0	0
Погрешность относительная, %		

Верхний предел 1-го дифманометра 0 Па

Верхний предел 2-го дифманометра 0 Па

Верхний предел 3-го дифманометра 0 Па

Диапазон измерения избыточного давления  
от 0 до 0 Па

Диапазон измерения температуры  
от 0 до 0 град.С

Диапазон измерения барометрического давления  
от 0 до 0 Па

**Вычислить**

Рис. 39. Окно вкладки «Средства измерения». Установка флажка «применяется измерительный комплекс».













Если на вкладке «Измеряемая среда» установлен флажок «Абсолютное давление измеряется» то на вкладке «Расчет неопределенностей» указывается:

- диапазон изменения абсолютного давления измеряемой среды в ИТ рис. 46.

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | **Расчёт неопределенностей**

Контрольные точки

по перепаду давления

100	%
50	%
40	%
25	%
20	%
0	%

Диапазон изменения температуры

от 10 до 35 град.С

Диапазон изменения абсолютного давления

от 1,21 до 1,53 кгс/см<sup>2</sup>

Неопределенность измерения расхода

Температура, град.С	10	10	35	35	
Абсолютное давление, кгс/см <sup>2</sup>	1,21	1,53	1,21	1,53	
Перепад давления, кПа	Объемный расход сухой части газа, в раб. усл. м <sup>3</sup> /ч		Значение расширенной неопределенности расхода, %		
%					
25	100	3991,8743 3,0369	3606,5426 2,9877	3994,679 2,8236	3642,7196 2,7703
12,5	50	2918,1845 3,0047	2617,1569 2,9709	2921,0273 2,7883	2643,9888 2,7517
10	40	2627,1519 3,0065	2352,8875 2,9747	2629,8684 2,7901	2377,1262 2,7557
6,25	25	2097,3799 3,0305	1874,6084 3,0009	2099,7573 2,8158	1894,0761 2,784
5	20	1882,18 3,056	1681,1413 3,0272	1884,3858 2,8433	1698,6548 2,8123

Максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, % 4

Показывать в таблице расход сухой части газа

Заполнить таблицу

**Вычислить**

Рис. 46. Окно вкладки «Расчет неопределенностей». Выбор диапазона изменения и единиц измерения абсолютного давления.

Диапазон изменения температуры и давления указывается исходя из технического задания при проектировании, либо по статистическим данным, собранным на существующем узле учета.

Для природного газа из выпадающего списка выбирается: «показывать в таблице расход сухой части газа» или «показывать в таблице расход влажного газа» рис. 47.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | **Расчёт неопределенностей**

Контрольные точки

по перепаду давления

63 кПа

25 кПа

16,1 кПа

16 кПа

5 кПа

1,6 кПа

Диапазон изменения температуры

от -23 до 35 град.С

Диапазон изменения избыточного давления

от 6,5 до 9,5 МПа

Диапазон изменения барометрического давления

от 740 до 760 мм рт.ст.

Неопределенность измерения расхода


Максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, % 4

Показывать в таблице расход влажного газа

Показывать в таблице расход сухой части газа

Показывать в таблице расход влажного газа

Заполнить таблицу

**Вычислить**

Рис. 47. Окно вкладки «Расчет неопределенностей». Выпадающий список: «показывать в таблице расход сухой части газа», «показывать в таблице расход влажного газа».

В соответствующее поле вводится максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, % рис. 48.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | **Расчёт неопределенностей**

Контрольные точки

по перепаду давления

100	%
50	%
40	%
25	%
20	%
0	%

Диапазон изменения температуры

от 10 до 35 град.С

Диапазон изменения абсолютного давления

от 1,21 до 1,53 кгс/см2

Неопределенность измерения расхода

Температура, град.С	10	10	35	35	
Абсолютное давление, кгс/см2	1,21	1,53	1,21	1,53	
Перепад давления		Массовый расход, т/ч			
кПа	%	Значение расширенной неопределенности расхода, %			
25	100	125,4881 0,5859	125,489 0,5859	125,0502 0,644	125,0511 0,644
12,5	50	88,8295 0,5923	88,8302 0,5923	88,4943 0,6498	88,4949 0,6498
10	40	79,4828 0,597	79,4834 0,597	79,1745 0,6541	79,1751 0,6541
6,25	25	62,894 0,6171	62,8945 0,6171	62,6344 0,6725	62,6349 0,6725
5	20	56,2809 0,6351	56,2813 0,6351	56,0412 0,689	56,0416 0,689

Максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, % 4

Показывать в таблице расход сухой части газа

Заполнить таблицу

**Вычислить**

Рис. 48. Окно вкладки «Расчет неопределенностей». Поле ввода «максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, %».

Для заполнения таблицы необходимо нажать кнопку «Заполнить таблицу» рис.49.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

Контрольные точки

по перепаду давления

100	%
50	%
40	%
25	%
20	%
0	%

Диапазон изменения температуры

от 10 до 35 град.С

Диапазон изменения абсолютного давления

от 1,21 до 1,53 кгс/см<sup>2</sup>

Неопределённость измерения расхода

Температура, град.С	10	10	35	35	
Абсолютное давление, кгс/см <sup>2</sup>	1,21	1,53	1,21	1,53	
Перепад давления кПа	Массовый расход, т/ч				
	Значение расширенной неопределённости расхода, %				
25	100	125,4881 0,5859	125,489 0,5859	125,0502 0,644	125,0511 0,644
12,5	50	88,8295 0,5923	88,8302 0,5923	88,4943 0,6498	88,4949 0,6498
10	40	79,4828 0,597	79,4834 0,597	79,1745 0,6541	79,1751 0,6541
6,25	25	62,894 0,6171	62,8945 0,6171	62,6344 0,6725	62,6349 0,6725
5	20	56,2809 0,6351	56,2813 0,6351	56,0412 0,689	56,0416 0,689

Максимально-допускаемая расширенная неопределённость определения расхода, % 4

Показывать в таблице расход сухой части газа

**Заполнить таблицу**

**Вычислить**

Рис. 49. Окно вкладки «Расчет неопределённостей» после нажатия кнопки «Заполнить таблицу».

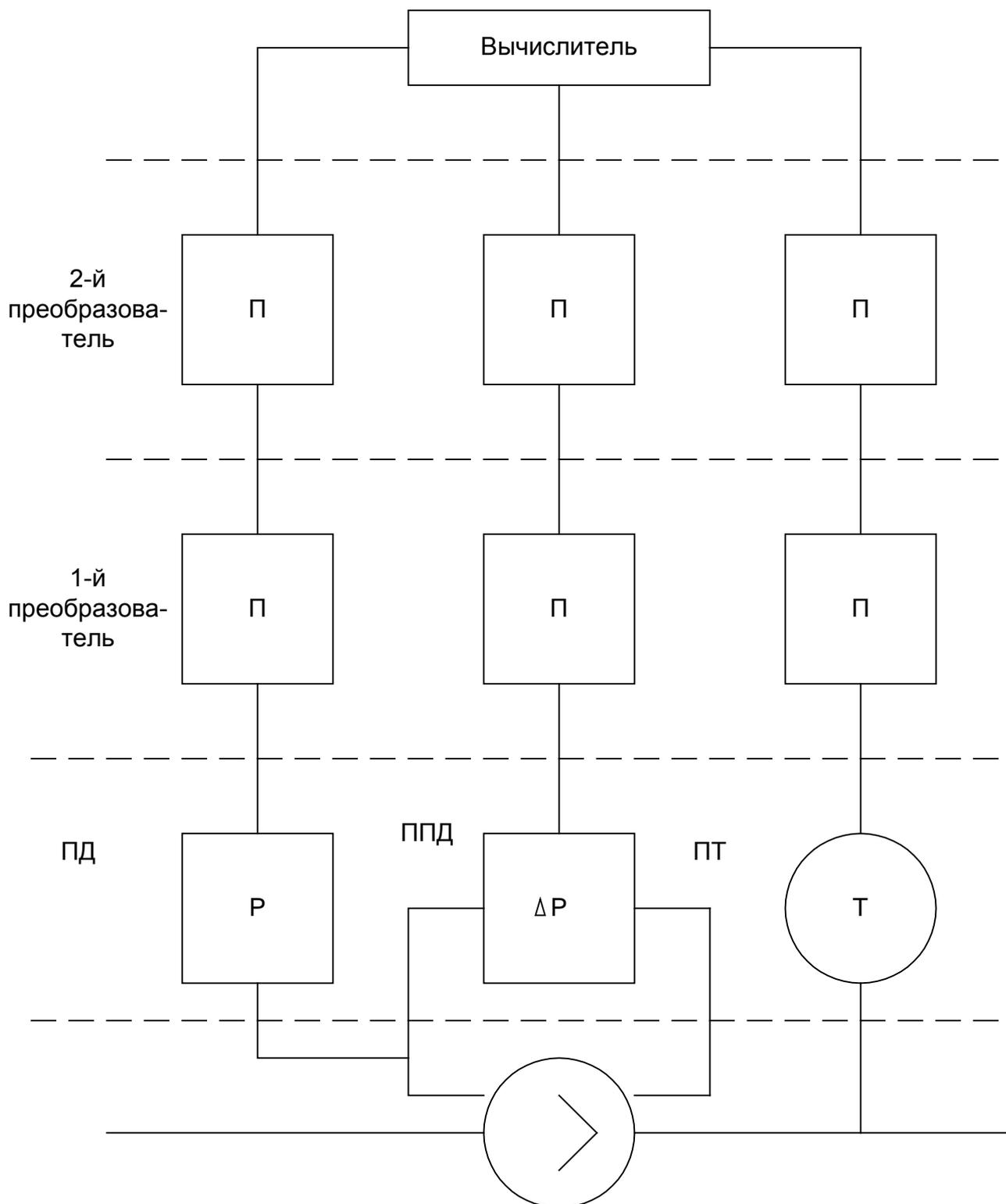


Рис. 50. Структура измерительного комплекса: ПД – преобразователь давления; ППД – преобразователь перепада давления; Т – датчик температуры.

### Пример расчета неопределенности определения расхода на программном комплексе «Расходомер ИСО»

#### 1. Исходные данные

Метрологические характеристики измерительного комплекса:

- Вычислитель «СГА-3», пределы основной погрешности по преобразованию аналогового сигнала и по вычислению массового расхода воды  $\pm 0,2\%$
- Преобразователь перепада давления «EJA 110A», верхний предел измерения перепада давления 25 кПа, пределы приведенной основной погрешности  $\pm 0,1\%$
- Преобразователь перепада давления «EJA 110A», верхний предел измерения перепада давления 630 Па, пределы приведенной основной погрешности  $\pm 0,1\%$
- Барьер искробезопасности «HID-2030SK», пределы относительной погрешности  $\pm 0,25\%$
- Преобразователь избыточного давления «EJA 430A», верхний предел измерения 1,6 МПа, пределы приведенной основной погрешности  $\pm 0,1\%$
- Барьер искробезопасности «HID-2030SK», пределы относительной погрешности  $\pm 0,25\%$
- Преобразователь температуры «ТХК-1393(ХК/L)», пределы измерений от  $-40$  до  $+600^{\circ}\text{C}$ , пределы приведенной основной погрешности  $\pm 2,5\%$ .
- Нормирующий преобразователь «HID-2062», пределы измерений от  $-40$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ , пределы приведенной основной погрешности  $\pm 0,25\%$

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1. Измеряемая среда			вода
2 Диаметр отверстия диафрагмы (с угловым способом отбора)	$d_{20}$	м	0,1
3. Внутренний диаметр ИТ при температуре $20^{\circ}\text{C}$	$D_{20}$	м	0,2
4. Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ	$R_a$	мм	0,5
5 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
6 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
7 Текущее время $\tau_T$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_T$	год	1
8 Перепад давления на диафрагме	$\Delta p$	Па	20000
9. Избыточное давление	$p_H$	Па	1000000

10. Атмосферное давление	$p_a$	мм рт.ст	760
11. Температура воды (по термометру в среднем за сутки)	$t$	$^{\circ}\text{C}$	15

2. Описание операций для выполнения расчета на программном комплексе «Расходомер-ИСО»

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «Название измерительного комплекса» вводится название «Расчет неопределенностей».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенного расчета выбирается на вкладке «Вид расчета». Одновременно с выбором варианта расчета

происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

## 2.2 Расчет неопределенностей.

При расчете расхода дополнительно можно рассчитать неопределенности.

Для этого на вкладке «**Вид расчета**» в поле «**Расчет неопределенностей**» необходимо поставить флажок «выполнить». При этом появляются еще две вкладки «**Средства измерения**» и «**Расчет неопределенностей**».

На вкладке «**Измеряемая среда**» выберете из выпадающего списка строку «**Вода**». В поле ввода «**Температура**» введите значение 15град.С. Единицы измерения величин выбирайте в выпадающих списках справа от полей ввода.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределенностей

Вода

Температура 15 град.С

Перепад давления 0 Па

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м³/с

**Вычислить**

В поле ввода «**Перепад давления**» введите перепад давления на диафрагме, равный 20 кПа.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределённостей

Вода

Температура	15	град.С
Перепад давления	20	кПа
Барометрическое давление	0	Па
Избыточное давление	0	Па

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м<sup>3</sup>/с

**Вычислить**

В поле ввода «**Барометрическое давление**» введите значение 760 мм рт. ст. В поле ввода «**Избыточное давление**» занесите значение 1 МПа.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры Средства измерения Расчёт неопределенностей

Вода

Температура 15 град.С

Перепад давления 20 кПа

Барометрическое давление 760 мм рт.ст.

Избыточное давление 1 МПа

Абсолютное давление измеряется

Единицы измерения расхода м3/с

**Вычислить**

На вкладке «Технологические параметры» в выпадающем списке выберите сужающее устройство «Диафрагма». В зависимости от выбора СУ меняется структура вкладки. При выборе СУ - «Диафрагма» под списком появляется группа флажков для выбора способа отбора давления на диафрагме (угловой, фланцевый, трехрадиусный). Выбираем «угловой».

Также в нижней части вкладки появляется раздел «Дополнительно для диафрагмы», в котором имеется поле ввода «Радиус закругления входной кромки, мм». Справа от этого поля ввода имеется выпадающий список для выбора способа определения радиуса закругления входной кромки диафрагмы. Выберите строчку «Оценивается визуально». Кроме того в разделе «Дополнительно для диафрагмы» имеется еще один выпадающий список. Выберите элемент списка «Текущее время эксплуатации, год» и в поле ввода справа введите значение 1.

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The title bar reads 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main menu contains 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', 'Технологические параметры', 'Средства измерения', and 'Расчёт неопределённостей'. The 'Сужающее устройство' tab is active, showing a 'Трубопровод' section. A dropdown menu for 'Диафрагма' is set to 'Диафрагма'. Under 'Способ отбора давления', the 'угловой' option is selected. The 'Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм' field contains '84'. The 'Материал' dropdown is set to 'Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)'. The 'Дополнительно для диафрагмы' section includes 'Радиус закругления входной кромки, мм' (0,04), 'Оценивается визуально' (dropdown), and 'Текущее время эксплуатации, год' (1). A large 'Вычислить' button is at the bottom.

На вкладке «Сужающее устройство» в поле ввода «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C, равный 100. В выпадающем списке ниже выбирается материал СУ. Выберете сталь марки 12X18Н9Т.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 100

Материал Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Оценивается визуально

Текущее время эксплуатации, год 1

**Вычислить**

На вкладке «Трубопровод» в поле «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится внутренний диаметр измерительного трубопровода при температуре, 20°C, равный 200. Справа от поля ввода «Эквивалентная шероховатость стенки, мм» в выпадающем списке выбирается строка «Выбирается из таблицы» и появляется поле ввода «Тип и состояние трубы», где выбирается строка «стальная новая нержавеющая». В выпадающем списке «Материал» выбирается материал, из которого изготовлен трубопровод. Выберите сталь марки 20.

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software window. The title bar reads 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main menu has 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', 'Технологические параметры', 'Средства измерения', and 'Расчёт неопределённостей'. The 'Средства измерения' tab is active, showing a 'Сужающее устройство' section with 'Трубопровод' selected. Parameters include: 'Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм' (200), 'Эквивалентная шероховатость стенки, мм' (0.03), 'Тип и состояние трубы' (стальная новая нержавеющая), and 'Материал' (Сталь 20). A 'Способ отбора давления' section has radio buttons for 'угловой', 'фланцевый', and 'трёхрадиусный'. A 'Дополнительно для диафрагмы' section includes 'Радиус закругления входной кромки, мм' (0.04) and 'Текущее время эксплуатации, год' (1). A large 'Вычислить' button is at the bottom.

На вкладке «Средства измерения» в разделе «Перепад давления» вводим характеристики первого дифманометра. В поле ввода «Верхний предел дифманометра» заносим значение 25 кПа, единицы измерения вводимого значения выбираем в выпадающем списке справа от поля ввода. В выпадающем списке «Функция преобразования» выбираем строку «линейная». В списке справа выбираем строку «погрешность приведенная,%». В поле ввода «Основ.» заносим значение основной погрешности 0,1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр

1-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 25 кПа

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) линейная приведенная погрешность, % 0,1 0

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь

Планиметр

**Вычислить**

После ввода характеристик 1-го дифманометра необходимо поставить флажок «**1-ый преобразователь**». Функция преобразования – линейная, погрешность – относительная, основная погрешность равна 0,25. Занесите эти данные в соответствующие поля.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр

1-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 25 кПа

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) линейная приведенная погрешность, % 0,1 0

погрешность задаётся формулой

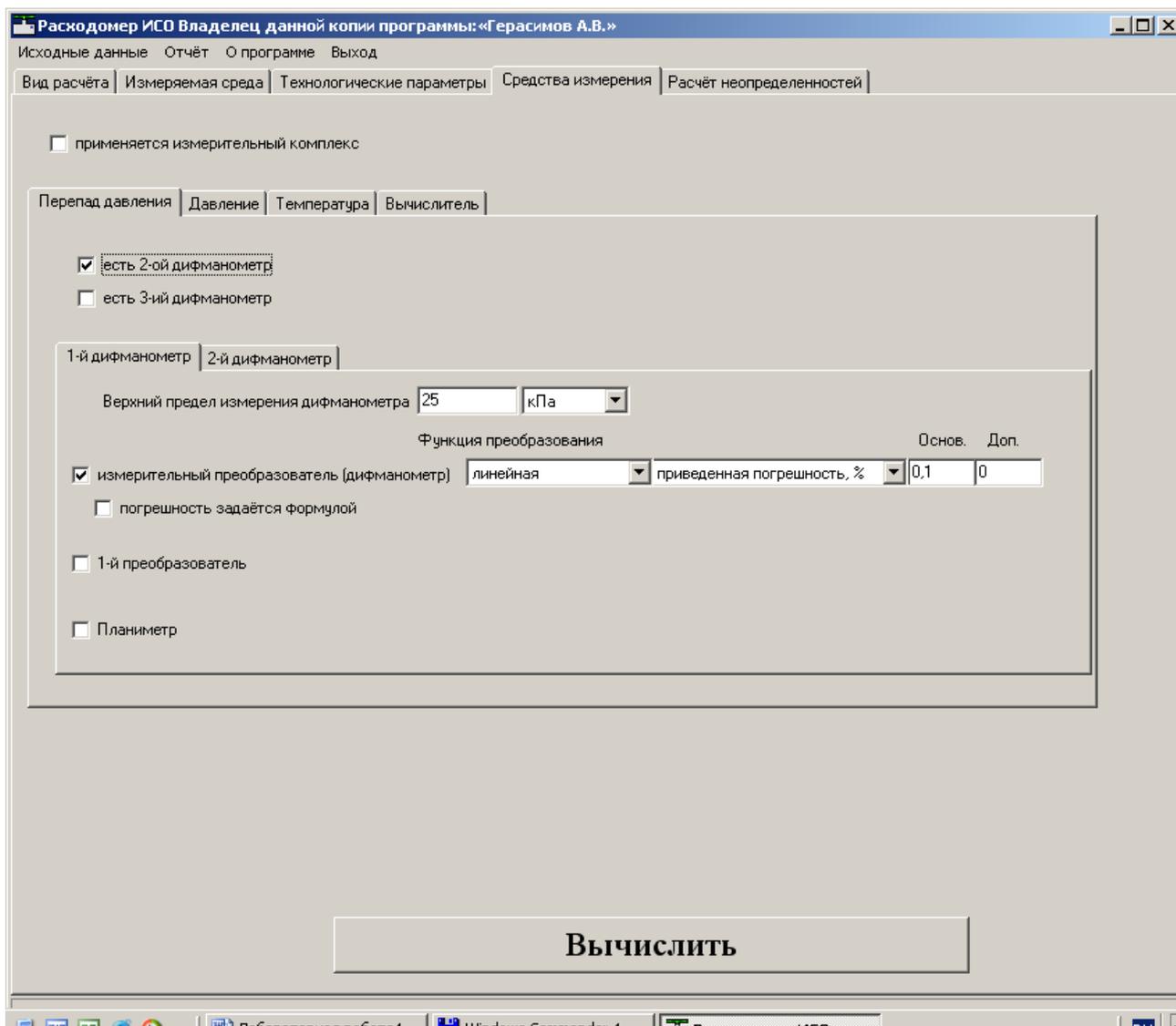
1-й преобразователь линейная приведенная погрешность, % 0,25 0

2-й преобразователь

Планиметр

**Вычислить**

Поставьте флажок «есть 2-ой дифманометр».



На вкладке «**2-ой дифманометр**» заносим характеристики второго дифманометра. В поле ввода «**Верхний предел дифманометра**» заносим значение 630 Па, единицы измерения вводимого значения выбираем в выпадающем списке справа от поля ввода. В выпадающем списке «**Функция преобразования**» выбираем строку «**линейная**». В списке справа выбираем строку «**погрешность приведенная, %**». В поле ввода «**Основ.**» заносим значение основной погрешности 0,1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр  
 есть 3-ий дифманометр

1-й дифманометр | 2-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 630 Па

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) линейная приведенная погрешность, % 0,1 0

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь

Планиметр

**Вычислить**

После ввода характеристик 1-го дифманометра необходимо поставить флажок «**1-ый преобразователь**». Функция преобразования – линейная, погрешность – относительная, основная погрешность равна 0,25. Занесите эти данные в соответствующие поля.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

есть 2-ой дифманометр  
 есть 3-ий дифманометр

1-й дифманометр | 2-й дифманометр

Верхний предел измерения дифманометра 630 Па

Функция преобразования Основ. Доп.

измерительный преобразователь (дифманометр) линейная приведенная погрешность, % 0,1 0  
 погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь линейная относительная погрешность, % 0,25 0  
 2-й преобразователь  
 Планиметр

**Вычислить**

На вкладке «Давление» вносим сведения о датчике давления. Поставьте флажок «Манометр». В поле ввода «Верхний предел измерений» заносим значение 1,6 МПа, единицы измерения вводимого значения выбираем в выпадающем списке справа от поля ввода. В выпадающем списке выбираем строку «погрешность приведенная, %». Значение основной погрешности заносим в поле ввода «Основ.» равно 0,1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 1,6 МПа

измерительный преобразователь (манометр) Осн. Доп.  
приведенная погрешность, % 0,1 0

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь

Планиметр

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Осн. Доп.  
относительная погрешность, % 0,2 0

Вычислить

Введите характеристики 1-го преобразователя: погрешность – относительная, основная погрешность равна 0,25. В разделе «**Барометрическое давление**» введите диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст. В выпадающем списке ниже выбираем строку «**погрешность относительная**». В поле ввода справа вводим значение основной погрешности 0,2.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённости

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Избыточное давление

Верхний предел измерений 1,6 МПа

измерительный преобразователь (манометр) Осн. Доп.  
приведенная погрешность, % 0,1 0

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь относительная погрешность, % 0 0

2-й преобразователь

Планиметр

Барометрическое давление

Диапазон измерения барометра от 600 до 800 мм.рт.ст.

Осн. Доп.  
относительная погрешность, % 0,2 0

Вычислить

На вкладке «Температура» вносим сведения о датчике температуры. Диапазон шкалы средства измерения от -40 до +600 град.С. Введите эти значения в соответствующие поля ввода. Поставьте флажок «Термометр». В выпадающем списке выбираем строку «погрешность приведенная, %».

Значение основной погрешности заносим в поле ввода «Осн.» равно 2,5.

Справа в полях ввода «Границы диапазонов значений» «Верх.» и «Ниж.» введите соответственно 600 и -40.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | Вычислитель

Диапазон измерений средства измерения от  до  град.С

измерительный преобразователь (термометр)  Основ. Доп.

погрешность задаётся формулой

1-й преобразователь

Планиметр

Границы диапазонов значений  
Ниж. Верх.

**Вычислить**

Введите характеристики 1-го преобразователя: погрешность – приведенная, основная погрешность равна 0,25. Справа в полях ввода «Границы диапазонов значений» «Верх.» и «Ниж.» введите соответственно 100 и -40.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределённостей

применяется измерительный комплекс

Перепад давления | Давление | Температура | **Вычислитель**

Диапазон измерений средства измерения от  до  град.С

измерительный преобразователь (термометр)    Основ. Доп.

погрешность задаётся формулой

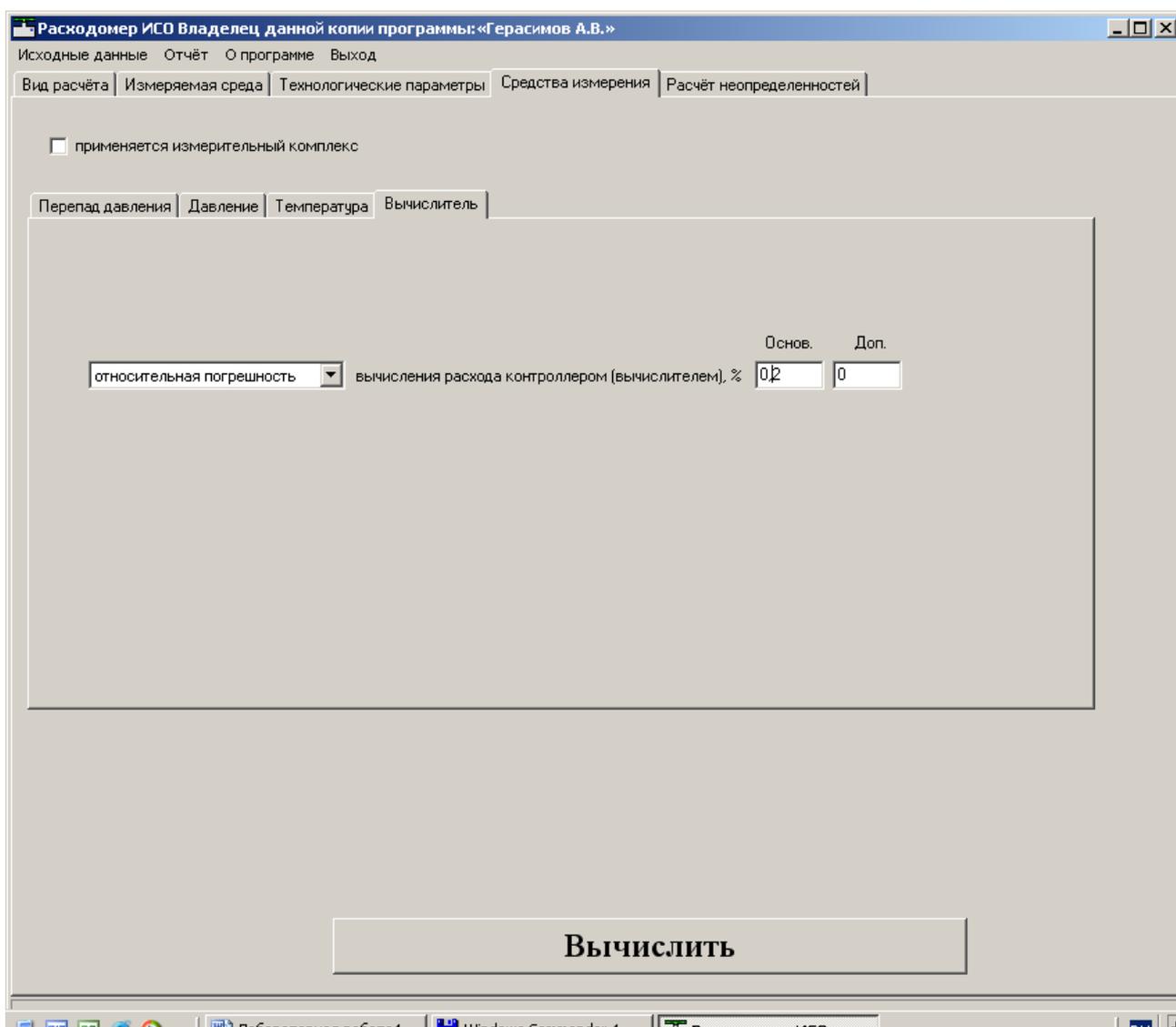
1-й преобразователь      Границы диапазонов значений  
Ниж. Верх.

2-й преобразователь

Планиметр

**Вычислить**

На вкладке «**Вычислитель**» в выпадающем списке выберите строку «**погрешность относительная, %**». Введите значение основной погрешности в поле ввода «**Основ.**», равной 0,2%.



Переходим к вкладке **«Расчет неопределенностей»**. Вводим в поля ввода контрольные точки по перепаду давления: 100, 50, 40, 25, 20. В поле ввода «Изменение температуры» вводим изменение температуры от 10 до 35 град. С. В поле ввода «Изменение абсолютного давления» вводим от 1,21 до 1,53 кгс/см<sup>2</sup>. В поле ввода «Максимальная расширенная неопределенность изменения расхода, %» указываем максимальную выводимую в таблице расширенную неопределенность определения расхода - заносим значение равное 4. Затем нажимаем кнопку «Заполнить таблицу».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Средства измерения | Расчёт неопределенностей

Контрольные точки

по перепаду давления

100	%
50	%
40	%
25	%
20	%
0	%

Диапазон изменения температуры

от 10 до 35 град.С

Диапазон изменения абсолютного давления

от 1,21 до 1,53 кгс/см<sup>2</sup>

Неопределенность измерения расхода

Температура, град.С	10	10	35	35	
Абсолютное давление, кгс/см <sup>2</sup>	1,21	1,53	1,21	1,53	
Перепад давления		Объемный расход, в рабочих условиях, м <sup>3</sup> /с			
кПа	%	Значение расширенной неопределенности расхода, %			
25	100	0,0349 0,5859	0,0349 0,5859	0,0349 0,644	0,0349 0,644
12,5	50	0,0247 0,5923	0,0247 0,5923	0,0247 0,6498	0,0247 0,6498
10	40	0,0221 0,597	0,0221 0,597	0,0221 0,6541	0,0221 0,6541
6,25	25	0,0175 0,6171	0,0175 0,6171	0,0175 0,6725	0,0175 0,6725
5	20	0,0156 0,6351	0,0156 0,6351	0,0157 0,689	0,0157 0,689

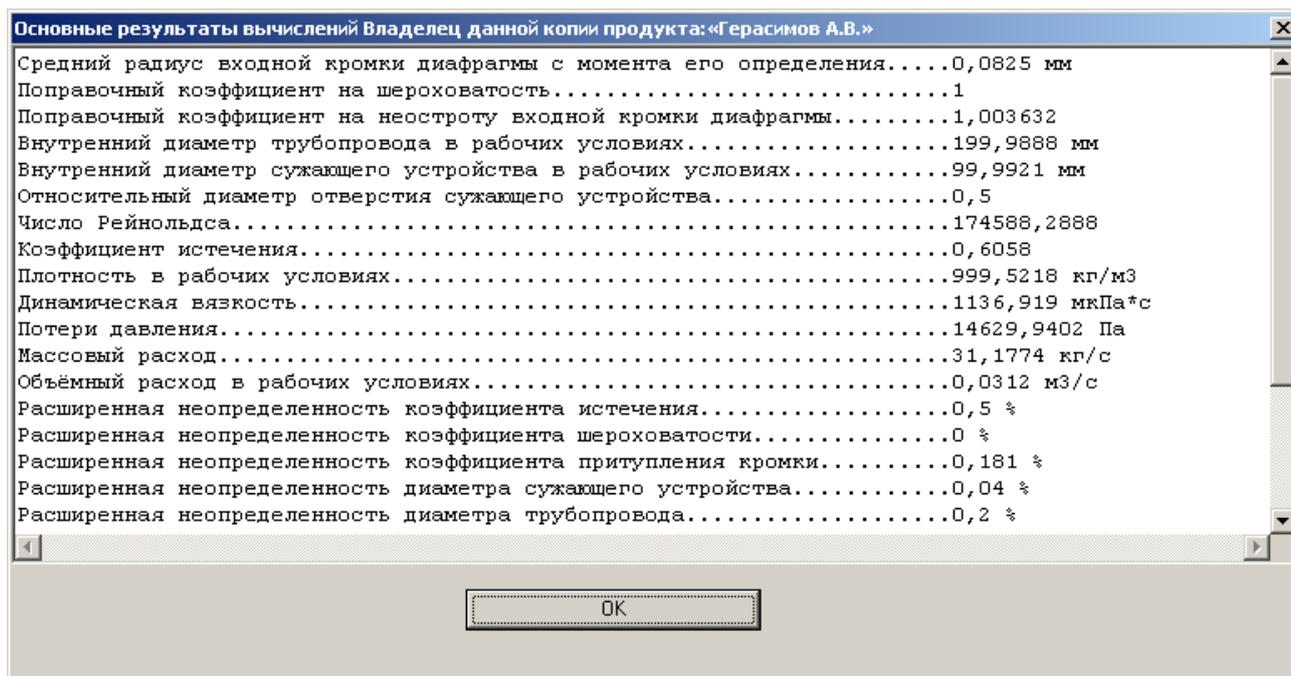
Максимально-допускаемая расширенная неопределенность определения расхода, % 4

Заполнить таблицу

**Вычислить**

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для вычисления неопределенностей нажимается кнопка «**Вычислить**». Появляется окно «**Основные результаты вычисления**».



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

Полные результаты расчета находятся в файле Пример3.

## Отчет по расчету неопределенности определения расхода на программном комплексе «Расходомер ИСО»

Программный модуль по ГОСТ 8.586.(1-5)-2005 программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
(Разработчик: ООО «СТП», Казань)

Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»  
Расчет № 3 от 31.05.2008 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005

Расчет неопределенностей

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Вода

Избыточное давление..... 1 МПа  
 Барометрическое давление..... 760 мм рт.ст.  
 \* Абсолютное давление..... 1,1013 МПа  
 Температура..... 15 град.С  
 \* Плотность в рабочих условиях..... 999,56903 кг/м<sup>3</sup>  
 \* Динамическая вязкость..... 1136,8487 мкПа\*с

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления

Диаметр сужающего устройства при 20град.С..... 100 мм  
 \* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях..... 99,992 мм  
 \* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих условиях..... 0,5  
 Материал сужающего устройства - Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)  
 Коэффициент линейного расширения материала сужающего устройства..... 1,745Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего устройства..... 0,99992  
 Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы..... Оценивается визуально  
 Начальный радиус закругления входной кромки..... 0,04 мм  
 Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах..... 1  
 \* Радиус закругления входной кромки диафрагмы..... 0,08252 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы.. 1,00363

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20град.С..... 200 мм  
 \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях..... 199,989 мм  
 Материал трубопровода - Сталь 20  
 Коэффициент линейного расширения материала трубопровода..... 1,304Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода... 0,99994  
 Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода..... 0,03 мм  
 Тип и состояние трубы - стальная новая нержавеющая  
 \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода..... 1

Способ определения шероховатости трубопровода.....Выбирается из таблицы

### КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Перепад давления.....20 кПа  
 \* Коэффициент скорости входа.....1,03279  
 \* Число Рейнольдса.....174603  
 \* Коэффициент истечения.....0,60577  
 \* Коэффициент расхода.....0,62563  
 \* Потери давления.....14629,94 Па  
 \* Массовый расход.....31,17815 кг/с  
 Страница № 1 от 31.05.2008  
 Расчет неопределенностей  
 \* Объёмный расход в рабочих условиях.....0,03119 м<sup>3</sup>/с

### РАСЧЁТ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

\* Расширенная неопределенность коэффициента истечения.....0,5 %  
 \* Расширенная неопределенность коэффициента шероховатости.....0 %  
 \* Расширенная неопределенность коэффициента притупления кромки...0,181 %  
 \* Расширенная неопределенность диаметра сужающего устройства.....0,04 %  
 \* Расширенная неопределенность диаметра трубопровода.....0,2 %  
 \* Расширенная неопределенность определения перепада давления....0,3366 %  
 \* Расширенная неопределенность определения температуры.....5,5804 %  
 \* Расширенная неопределенность определения абсолютного давления..0,2701 %  
 \* Расширенная неопределенность определения плотности.....0,2814 %  
 \* Расширенная неопределенность расхода жидкости.....0,615511 %  
 Верхний предел измерения 1-го дифманометра.....25 кПа  
 Функция преобразования измерительного преобразователя (дифманометра) - линейная  
 приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (дифманометра)  
 Основная.....0,1 % Дополнительная.....0 %  
 \* Массовый расход при верхнем пределе измерения 1-го дифманометра34,84763 кг/с  
 \* Объёмный расход в рабочих условиях при верхнем пределе измерения 1-го  
 дифманометра.....0,03486 м<sup>3</sup>/с  
 Функция преобразования 1-го преобразователя 1-го дифманометра - линейная приведенная  
 погрешность, % 1-го преобразователя Основная.....0,25 %  
 Дополнительная.....0 %  
 Верхний предел измерения 2-го дифманометра.....630 Па  
 Функция преобразования измерительного преобразователя (дифманометра) - линейная  
 приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (дифманометра)  
 Основная.....0,1 % Дополнительная.....0 %  
 \* Массовый расход при верхнем пределе измерения 2-го дифманометра5,57881 кг/с  
 \* Объёмный расход в рабочих условиях при верхнем пределе измерения 2-го  
 дифманометра.....0,00558 м<sup>3</sup>/с  
 Функция преобразования 1-го преобразователя 2-го дифманометра - линейная относительная  
 погрешность, % 1-го преобразователя Основная.....0,25 %  
 Дополнительная.....0 % Верхний предел измерения избыточного  
 давления.....1,6 МПа  
 приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (манометра)  
 Основная.....0,1 % Дополнительная.....0 %

относительная погрешность, % 1-го преобразователя избыточного давления  
 Основная.....0,25 % Дополнительная.....0 %  
 Диапазон измерения барометра от.....600 мм.рт.ст.  
 до.....800 мм.рт.ст.  
 относительная погрешность, % барометрического давления  
 Основная.....0,2 % Дополнительная.....0 %  
 Верхний предел измерения средства измерения температуры.....600 град.С

Страница № 2 от 31.05.2008

Расчет неопределенностей

Нижний предел измерения средства измерения температуры.....-40 град.С  
 приведенная погрешность, % измерительного преобразователя (термометра)  
 Основная.....2,5 % Дополнительная.....0 %  
 приведенная погрешность, % 1-го преобразователя температуры  
 Основная.....0,25 % Дополнительная.....0 % Нижняя  
 граница измерения 1-го преобразователя температуры.....-40  
 Верхняя граница измерения 1-го преобразователя температуры.....100  
 относительная погрешность вычисления расхода контроллером (вычислителем)  
 Основная.....0,2 % Дополнительная.....0 %

Таблица расчёта неопределенностей измерения расхода при заданных отклонениях температуры и давления среды и заданных значениях перепада давления

Температура, град.С	10	10	35	35
Абсолютное давление, кгс/см <sup>2</sup>	2,216	2,5632	2,216	2,5632
Перепад давления, кПа (%)	Объемный расход, в рабочих условиях, м <sup>3</sup> /с Относительная расширенная неопределенность, (%)			
25 (100)	0,0349 0,5991	0,0349 0,5991	0,0349 0,656	0,0349 0,656
12,5 (50)	0,0247 0,6429	0,0247 0,6429	0,0247 0,6962	0,0247 0,6962
10 (40)	0,0221 0,6739	0,0221 0,6739	0,0221 0,7249	0,0221 0,7249
6,25 (25)	0,0175 0,7942	0,0175 0,7942	0,0175 0,838	0,0175 0,838
5 (20)	0,0156 0,891	0,0156 0,891	0,0157 0,9303	0,0157 0,9303

. Страница № 3 от 31.05.2008

Расчет неопределенностей

Максимально-допустимая расширенная неопределенность определения расхода 4 %

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.

Поверитель: \_\_\_\_\_

Страница № 4 от 31.05.2008

Расчет неопределенностей

## Расчет минимальных необходимых длин прямых участков трубопроводов

### Руководство по вводу исходных данных

Для расчета минимальных необходимых длин прямых участков трубопроводов необходимо установить флажок «Расчитать минимальные необходимые». При этом появится дополнительная вкладка «Измерительный участок трубопровода» рис. 1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчета

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Расчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

Выполнить

**Вычислить**

Рис. 1. Окно вкладки «Вид расчёта». Выбор переключателя «Расчет расхода», установка флажка «Расчитать минимальные необходимые».

После установки флажка “Рассчитать минимальные необходимые” необходимо открыть вкладку “Измерительный участок трубопровода” рис. 2.

На данной вкладке в левой части окна необходимо указать местные сопротивления, расположенные до и после сужающего устройства.

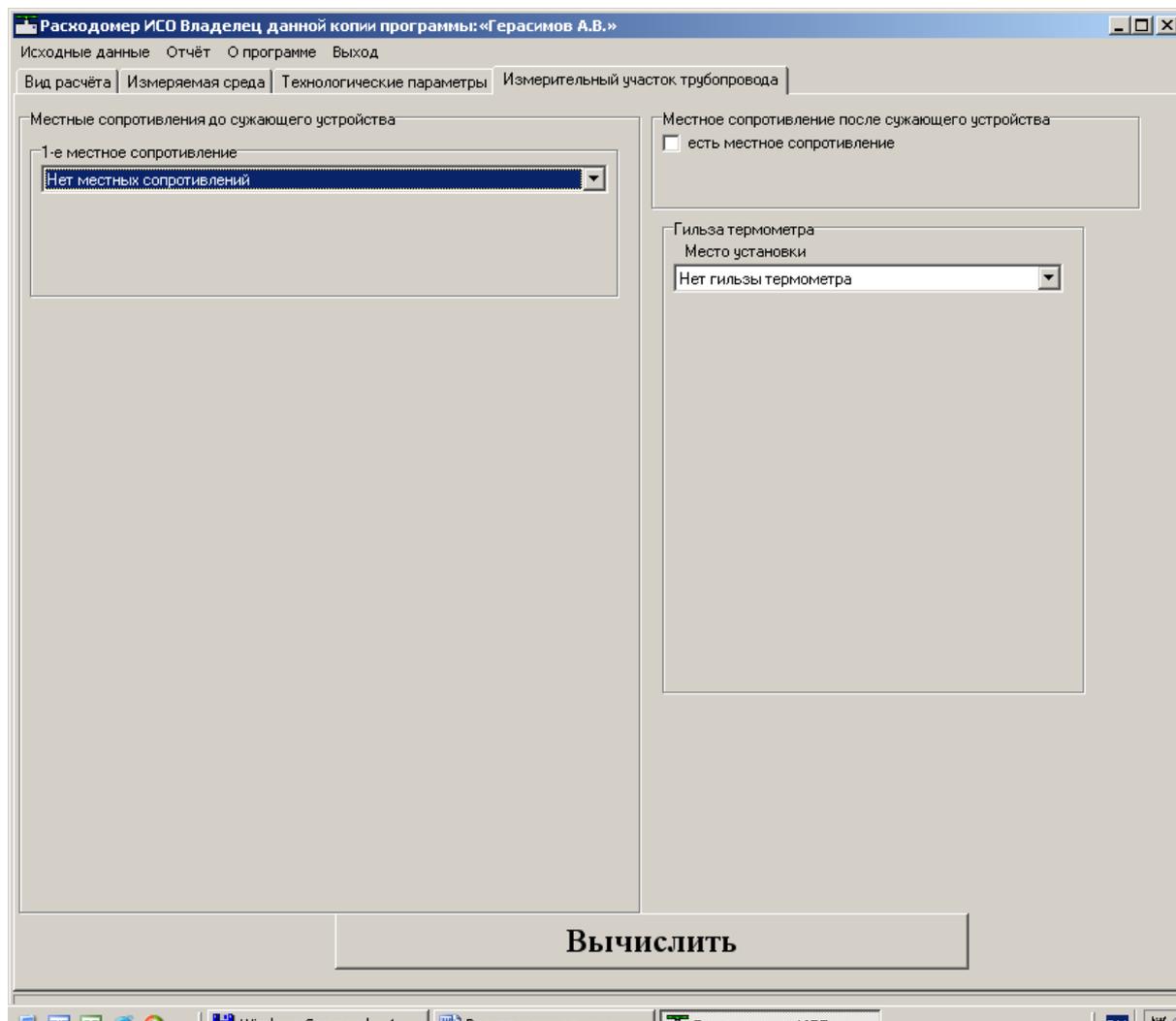


Рис. 2. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода».

Вначале указывается первое местное сопротивление вверх по потоку(выбирается из выпадающего списка) рис 3.

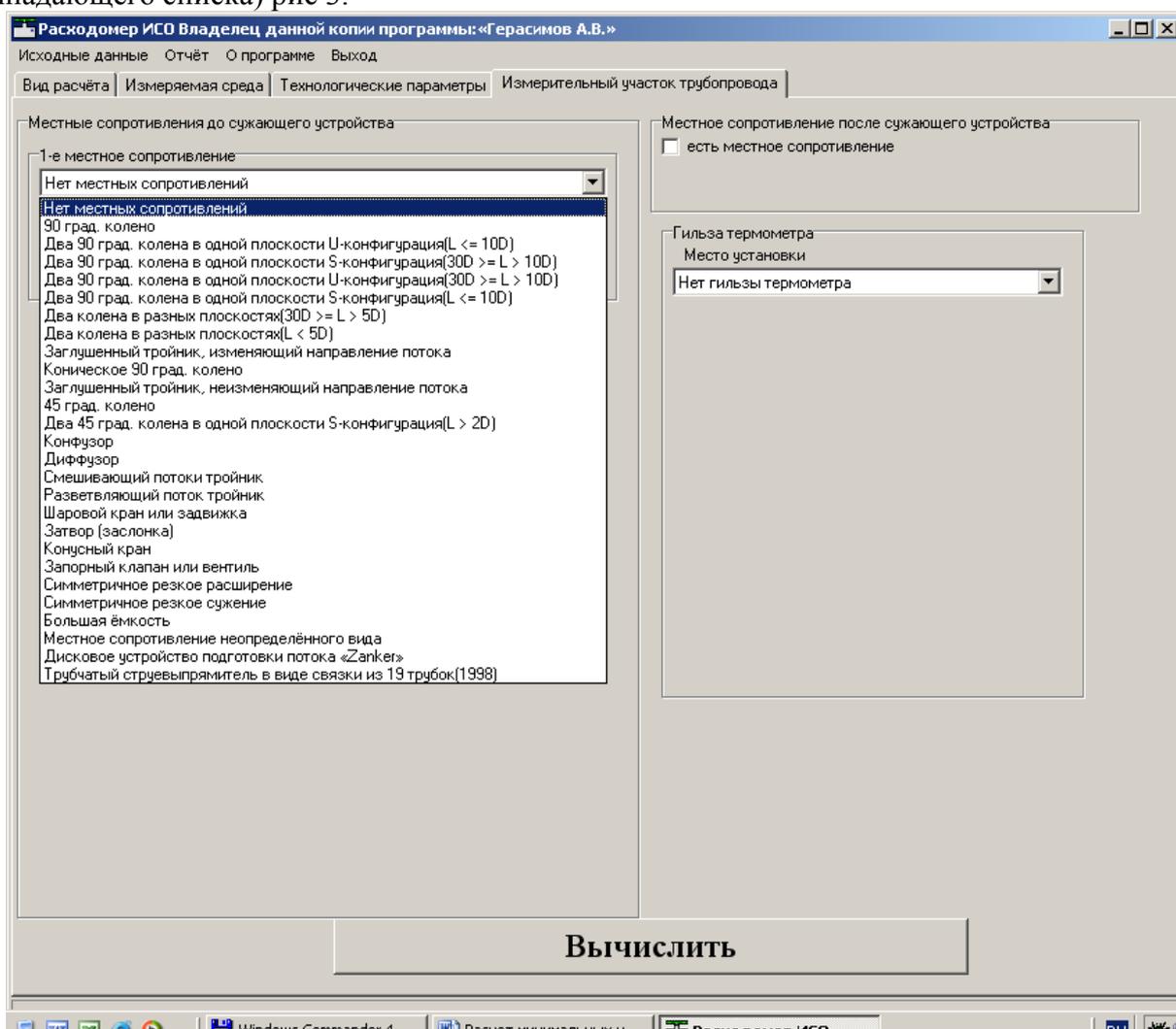


Рис. 3. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа первого местного сопротивления до сужающего устройства.

После указания типа первого местного сопротивления выбирается тип второго местного сопротивления до сужающего устройства рис. 4

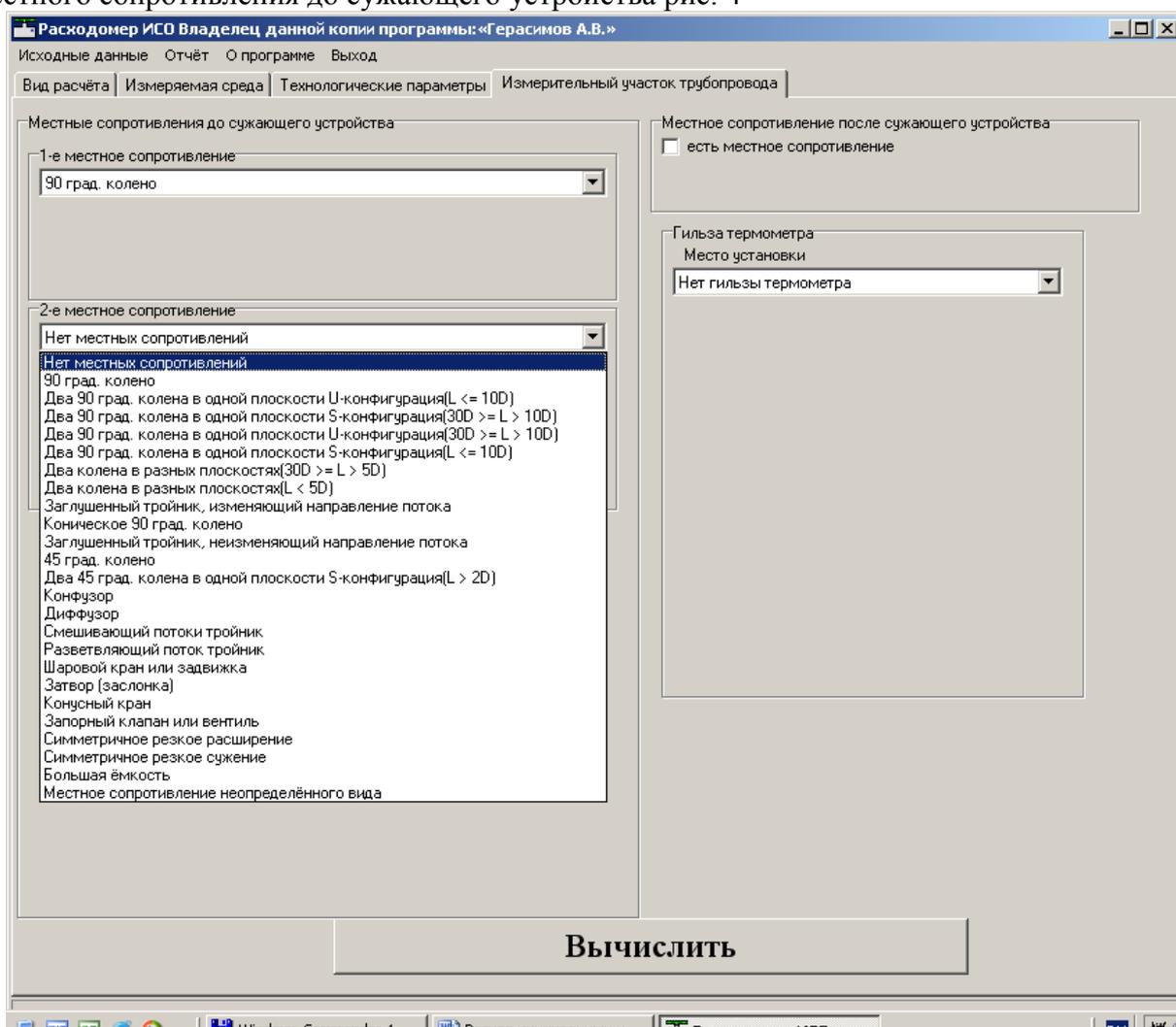


Рис. 4. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор типа второго местного сопротивления.

При этом в появившемся поле ввода необходимо указать длину первого местного сопротивления в мм или м и диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС рис. 5.

The screenshot shows a software window titled "Расходомер ИСО Владелец" with a menu bar containing "Исходные данные", "Отчёт", "О программе", and "Выход". The main area has a tabbed interface with the following tabs: "Вид расчёта", "Измеряемая среда", "Технологические параметры", and "Измерительный участок трубопровода".

The "Измерительный участок трубопровода" tab is active and contains the following fields:

- Местные сопротивления до сужающего устройства:**
  - 1-е местное сопротивление: 90 град. колено (dropdown)
  - Длина местного сопротивления: 4850 мм (input field)
  - 2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка (dropdown)
  - Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм (input field)
- Местные сопротивления после сужающего устройства:**
  - есть местное сопротивление
  - Гильза термометра: Место установки (dropdown)
  - Место установки: Нет гильзы термометра (dropdown)
- 3-е местное сопротивление:**
  - 3-е местное сопротивление: Нет местных сопротивлений (dropdown)
  - Длина 3-его МС: 0 мм (input field)

A large "Вычислить" button is located at the bottom center of the window.

Рис. 5. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание длины первого местного сопротивления в мм или м и диаметра трубопровода между 1-ым и 2-ым МС

Далее выбирается тип третьего местного сопротивления, рис. 6

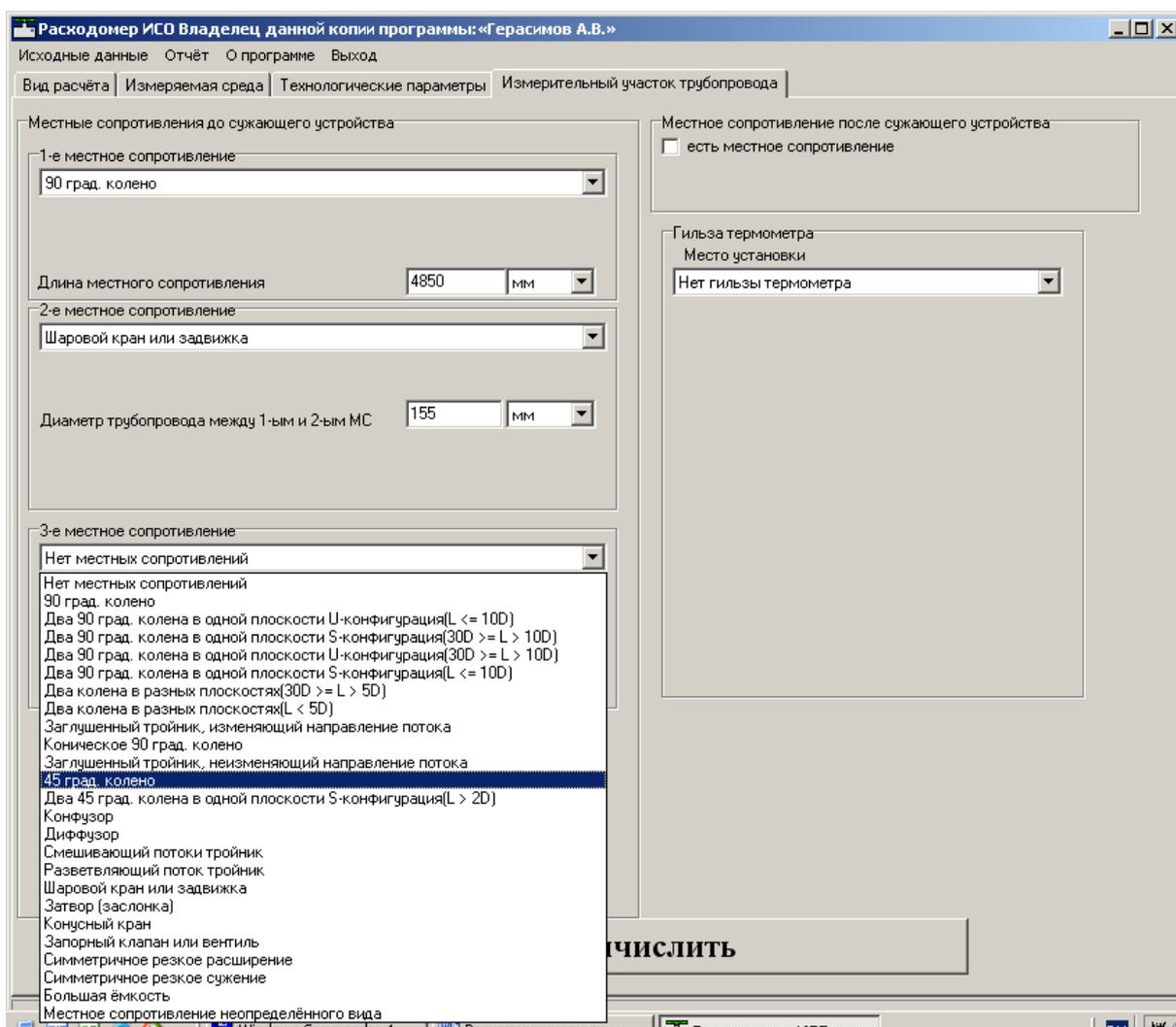


Рис. 6. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Выбор третьего местного сопротивления

В появившихся полях ввода для второго местного сопротивления указывается «длина 2-го МС» в мм или м, для третьего местного сопротивления указывается диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС в мм или м рис. 7

The screenshot shows the 'Измерительный участок трубопровода' (Measuring section of the pipeline) tab in the 'Расходомер ИСО' software. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'Программа', and 'Выход'. The main area is divided into several sections:

- Местные сопротивления до сужающего устройства** (Local resistances before the narrowing device):
  - 1-е местное сопротивление: 90 град. колено (dropdown)
  - Длина местного сопротивления: 4850 мм (input field)
  - 2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка (dropdown)
  - Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм (input field)
  - Длина 2-го МС: 0 мм (input field)
  - 3-е местное сопротивление: 45 град. колено (dropdown)
  - Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм (input field)
- Местное сопротивление после сужающего устройства** (Local resistance after the narrowing device):
  - есть местное сопротивление
- Гильза термометра** (Thermometer sleeve):
  - Место установки: Нет гильзы термометра (dropdown)
- Наличие комбинации колен после 3-его МС** (Presence of elbow combinations after the 3rd MS):
  - между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления
  - Нет комбинаций колен (dropdown)

A large 'Вычислить' (Calculate) button is located at the bottom center of the window.

Рис. 7. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание «длины 2-го МС» и диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС для третьего местного сопротивления

Далее указывается наличие комбинации колен после третьего местного сопротивления рис. 8.

The screenshot shows the 'Измерительный участок трубопровода' (Measuring section of the pipeline) tab in the 'Расходомер ИСО' software. The interface is divided into several sections for inputting local resistance data:

- Местные сопротивления до сужающего устройства** (Local resistances before the narrowing device):
  - 1-е местное сопротивление: 90 град. колено (dropdown)
  - Длина местного сопротивления: 4850 мм (input field)
  - 2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка (dropdown)
  - Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм (input field)
  - Длина 2-го МС: 0 мм (input field)
  - 3-е местное сопротивление: 45 град. колено (dropdown)
  - Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм (input field)
- Местное сопротивление после сужающего устройства** (Local resistance after the narrowing device):
  - есть местное сопротивление (checkbox)
- Гильза термометра** (Thermometer sleeve):
  - Место установки: Нет гильзы термометра (dropdown)
- Наличие комбинации колен после 3-его МС** (Presence of a combination of elbows after the 3rd MS):
  - между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления (checkbox)
  - Нет комбинаций колен (dropdown)

A large 'Вычислить' (Calculate) button is located at the bottom center of the window.

Рис. 8 Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание наличия комбинации колен после третьего местного сопротивления

После указания комбинации колен после 3 МС в появившихся полях указывается диаметр после третьего местного сопротивления в мм или м и длина 3-го МС в мм или м рис.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Длина местного сопротивления: 4850 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм

Длина 3-го МС: 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-го МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Диаметр после 3-го МС: 0 мм

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки: Нет гильзы термометра

**Вычислить**

Рис. 9. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание диаметра после третьего местного сопротивления и длины 3-го МС

Если между 3 МС и комбинацией колен есть местные сопротивления, то устанавливается соответствующий флажок рис. .10.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные | Отчёт | О программе | Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Длина местного сопротивления: 4850 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм

Длина 3-его МС: 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки: Нет гильзы термометра

**Вычислить**

Рис. 10. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Установка флажка «между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления».

В правой части окна вкладки «Измерительный участок трубопровода» с помощью флажка «есть местное сопротивление» можно указать наличие местного сопротивления после сужающего устройства рис. 11.

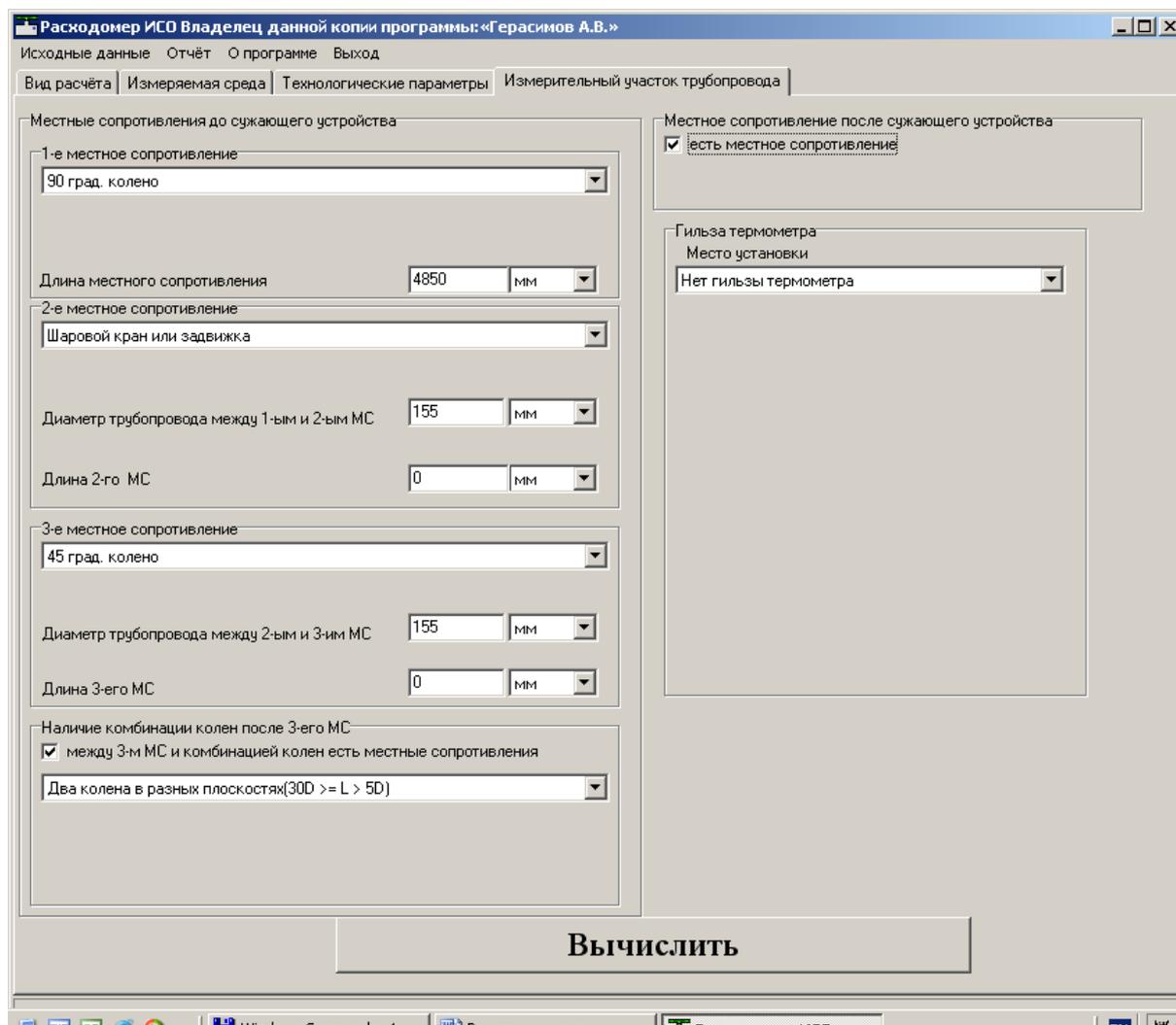


Рис. 11. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Установка флажка «есть местное сопротивление» после сужающего устройства.

Затем указывается место установки гильзы термометра (из выпадающего списка) рис. 12.

The screenshot shows the 'Измерительный участок трубопровода' (Measuring section of the pipeline) tab in the 'Расходомер ИСО Владелец' software. The interface is divided into several sections:

- Местные сопротивления до сужающего устройства** (Local resistances before the narrowing device):
  - 1-е местное сопротивление: 90 град. колено
  - Длина местного сопротивления: 4850 мм
  - 2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка
  - Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм
  - Длина 2-го МС: 0 мм
  - 3-е местное сопротивление: 45 град. колено
  - Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм
  - Длина 3-его МС: 0 мм
- Местные сопротивления после сужающего устройства** (Local resistances after the narrowing device):
  - есть местное сопротивление
- Гильза термометра** (Thermometer sleeve):
  - Место установки: Нет гильзы термометра (dropdown menu is open showing options: Нет гильзы термометра, Перед сужающим устройством, После сужающего устройства, После сужающего устройства в колене, После сужающего устройства в расширителе)
- Наличие комбинации колен после 3-его МС** (Presence of a combination of elbows after the 3rd MS):
  - между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления
  - Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

A large 'Вычислить' (Calculate) button is located at the bottom of the window.

Рис. 12. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание места установки гильзы термометра.

При наличии гильзы термометра указывается наружный диаметр гильзы термометра в мм или м рис. 13

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные | Отчёт | О программе | Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление: 90 град. колено

Длина местного сопротивления: 4850 мм

2-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм

Длина 2-го МС: 0 мм

3-е местное сопротивление: 45 град. колено

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм

Длина 3-его МС: 0 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС

между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления

Два колена в разных плоскостях(30D >= L > 5D)

Местное сопротивление после сужающего устройства

есть местное сопротивление

Гильза термометра

Место установки: После сужающего устройства в расширителе

Наружный диаметр: 0 мм

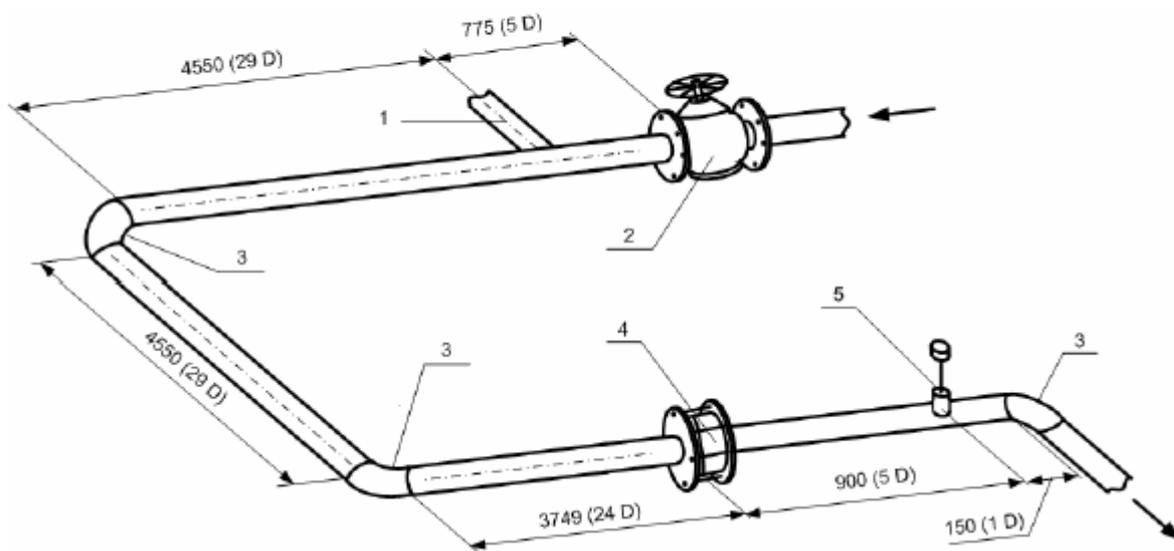
**Вычислить**

Рис. 13. Окно вкладки «Измерительный участок трубопровода». Указание наружного диаметра гильзы термометра.

**Пример расчета  
минимальных необходимых длин прямых участков измерительного трубопровода на  
программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C	$d_{20}$	м	0,084
2 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
3 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
4 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
5 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
6 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_n$	м	0,00004
7 Текущее время $t$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_t$	год	0,495
8 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_{\text{у}}$	1	0,002
9 Содержание азота в природном газе	$x_{\text{а}}$	1	0,01
10 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	кг/м <sup>3</sup>	0,68
11 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
12 Перепад давления на диафрагме	$\Delta p$	Па	16000
13 Избыточное давление	$p_{\text{и}}$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_{\text{а}}$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2



- 1- Разветвляющий поток тройник
- 2-Задвижка
- 3-90° колено
- 4-Диафрагма
- 5-Термометр сопротивления

2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле по ГОСТ 8.586.5-2005 программного комплекса «Расходомер-ИСО».

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «**Название измерительного комплекса**» вводится название «**Расчет минимальных необходимых длин прямых участков трубопровода**».

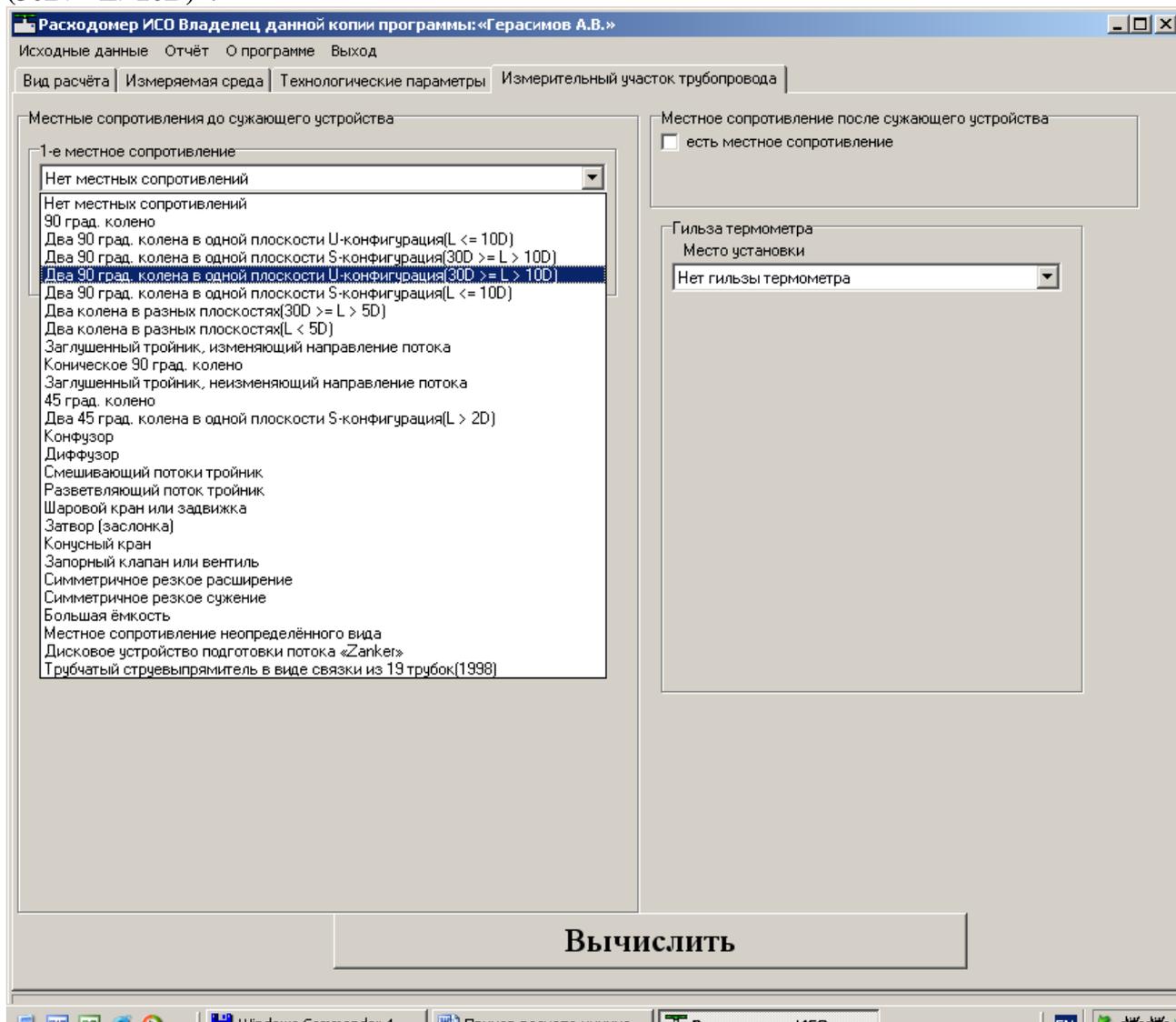
Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенного модификации расчета выбирается на вкладке «**Вид расчета**». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

## 2.2 Расчет длин прямых участков измерительного трубопровода.

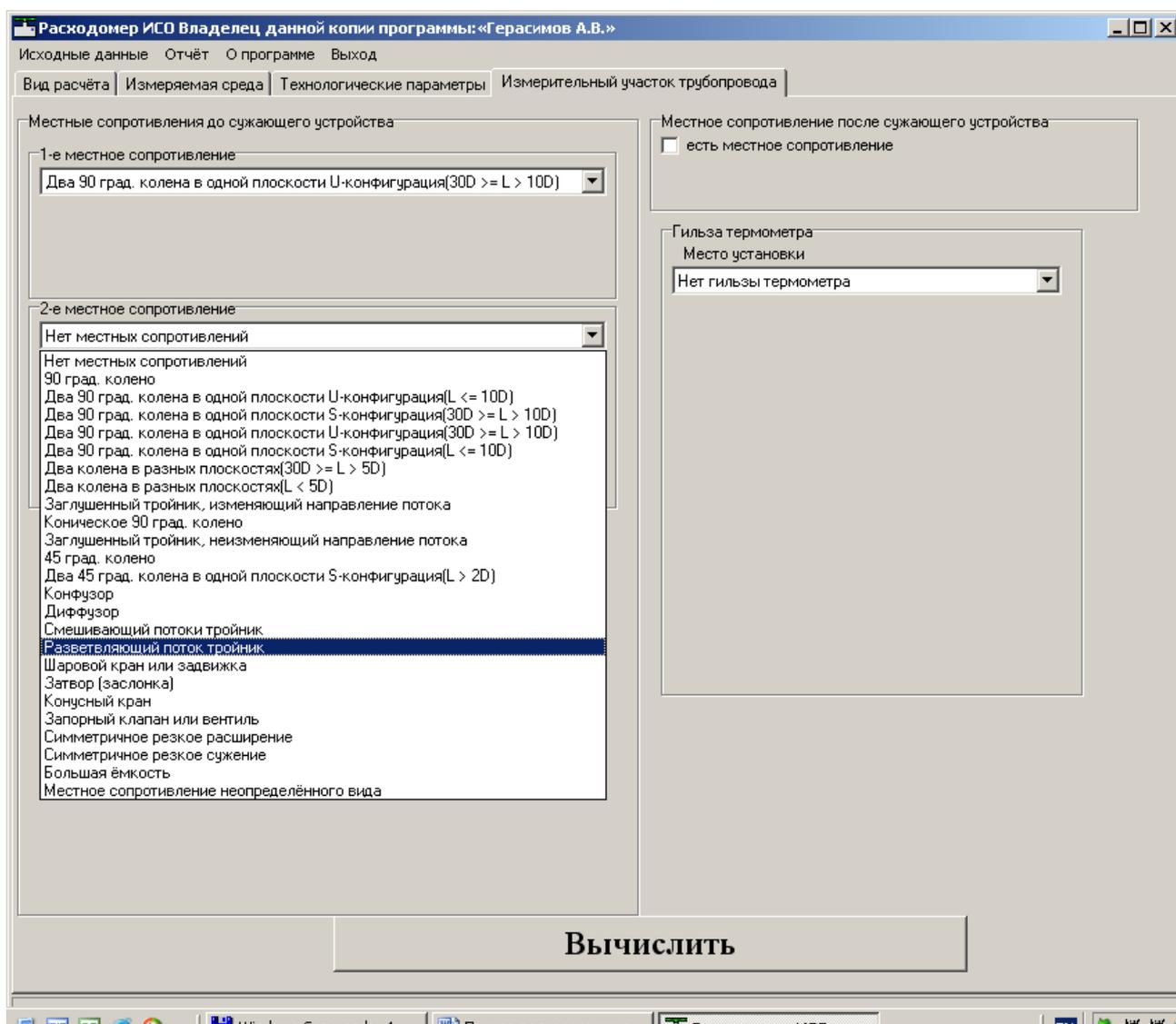
При расчете расхода дополнительно можно рассчитать минимальные необходимые длины прямых участков трубопровода. Для этого на вкладке «**Вид расчета**» в поле «**Длины прямых участков трубопроводов**» необходимо поставить флажок «**Рассчитать минимальные необходимые**». При этом появляется еще одна вкладка «**Измерительный участок трубопровода**». Введите все необходимые данные на вкладках «**Измеряемая среда**» и «**Технологические параметры**» (см. раздел «Расчет расхода среды»).

На вкладке «**Измерительный участок трубопровода**» необходимо выполнить следующие действия. В поле «**Местные сопротивления до сужающего устройства**» имеется выпадающий список «**1-е местное сопротивление**», в котором выбирается вид местного сопротивления. Из рисунка видно, что первое местное сопротивление это два  $90^\circ$  колена, расположенных в одной плоскости U-конфигурация. Расстояние между двумя

коленами  $29D$ , что  $< 30D$  но  $> 10D$ . В выпадающем списке «1-е местное сопротивление» выберете строку «**Два 90град. колена в одной плоскости U-конфигурация ( $30D \geq L > 10D$ )**».



В поле «Местные сопротивления до сужающего устройства» появляется выпадающий список «2-е местное сопротивление», в котором выбирается второе местное сопротивление – «Разветвляющий поток тройник».



После выбора второго местного сопротивления появляется дополнительное окно ввода для 1-го местного сопротивления «**Длина местного сопротивления**» и окно ввода для 2-го местного сопротивления «**Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС**»

Длина первого местного сопротивления в нашем случае складывается из длины прямого участка и длины 2-х колен (длина каждого 90° колена замеряется по оси) и соответственно равна 4850 мм.

Для второго местного сопротивления в поле «**Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС**» вводится числовое значение 155мм..

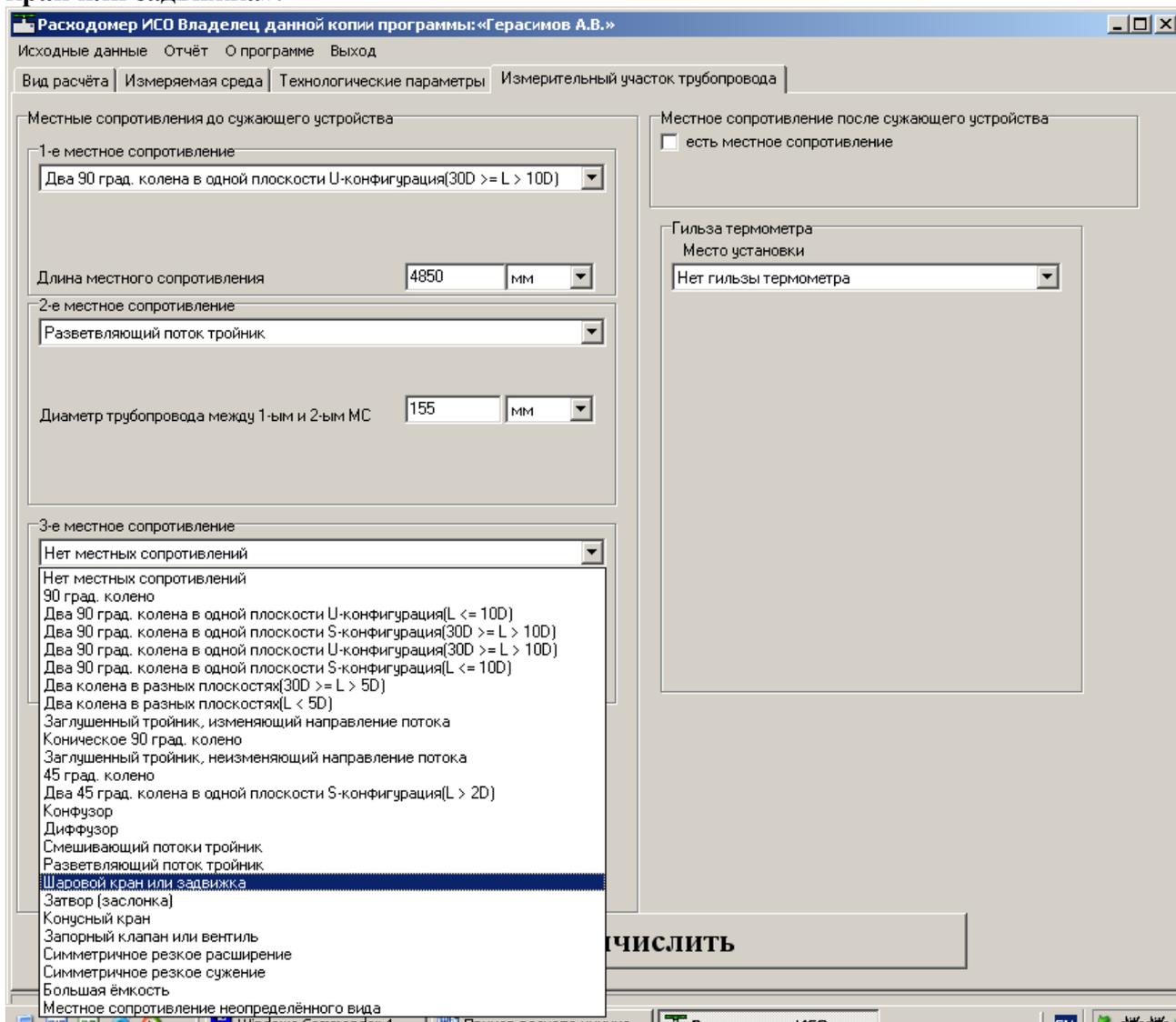
The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The title bar reads 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main window has several tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', 'Технологические параметры', and 'Измерительный участок трубопровода'. The 'Измерительный участок трубопровода' tab is active.

The interface is divided into two main sections:

- Местные сопротивления до сужающего устройства:**
  - 1-е местное сопротивление:** A dropdown menu is set to 'Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)'. Below it, a text box contains '4850' and a unit dropdown is set to 'мм'.
  - 2-е местное сопротивление:** A dropdown menu is set to 'Разветвляющий поток тройник'. Below it, a text box contains '155' and a unit dropdown is set to 'мм'.
  - 3-е местное сопротивление:** A dropdown menu is set to 'Нет местных сопротивлений'.
- Местное сопротивление после сужающего устройства:** A checkbox labeled 'есть местное сопротивление' is unchecked.
- Гильза термометра:** A dropdown menu for 'Место установки' is set to 'Нет гильзы термометра'.

At the bottom of the window, there is a large button labeled 'Вычислить'.

После выбора второго местного сопротивления появляется выпадающий список «3-е местное сопротивление», в котором выбирается третье местное сопротивление – «Шаровой кран или задвижка».



После выбора третьего местного сопротивления появляется окно ввода «Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС», в которое вводится числовое значения 155мм.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

3-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 155 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления  
Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
Нет гильзы термометра

**Вычислить**

На вкладке «Измерительный участок трубопровода» в поле «Местное сопротивление после сужающего устройства» поставить флажок «есть местное сопротивление».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | **Измерительный участок трубопровода**

Местные сопротивления до сужающего устройства

1-е местное сопротивление  
Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация( $30D \geq L > 10D$ )

Длина местного сопротивления 4850 мм

2-е местное сопротивление  
Разветвляющий поток тройник

Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС 155 мм

3-е местное сопротивление  
Шаровой кран или задвижка

Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС 155 мм

Наличие комбинации колен после 3-его МС  
 между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления  
Нет комбинаций колен

Местное сопротивление после сужающего устройства  
 есть местное сопротивление

Гильза термометра  
Место установки  
Нет гильзы термометра

**Вычислить**

Windows Commander 4 | Пример расчёта мним | Лабораторная работа | Расходомер ИСО

В поле «Гильза термометра» в выпадающем списке «Место установки» выбирается строка «После сужающего устройства». Появляется поле ввода «Наружный диаметр», в которое вводятся числовое значение и 15мм.

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The title bar reads 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main window has tabs for 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', 'Технологические параметры', and 'Измерительный участок трубопровода'. The 'Измерительный участок трубопровода' tab is active.

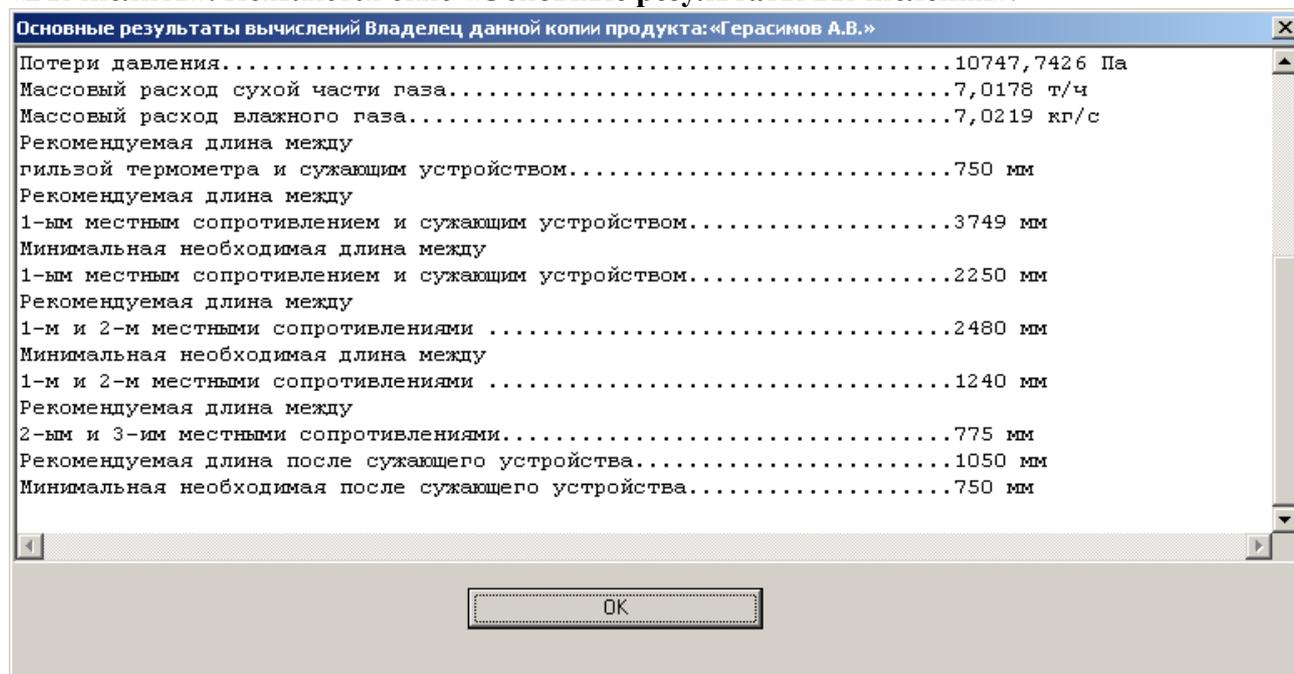
The interface is divided into several sections:

- Местные сопротивления до сужающего устройства:**
  - 1-е местное сопротивление: Два 90 град. колена в одной плоскости S-конфигурация(30D >= L > 10D)
  - Длина местного сопротивления: 4850 мм
  - 2-е местное сопротивление: Разветвляющий поток тройник
  - Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым МС: 155 мм
  - 3-е местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка
  - Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им МС: 155 мм
  - Наличие комбинации колен после 3-его МС:  между 3-м МС и комбинацией колен есть местные сопротивления. Selected: Нет комбинаций колен.
- Местное сопротивление после сужающего устройства:**
  - есть местное сопротивление
- Гильза термометра:**
  - Место установки: После сужающего устройства
  - Наружный диаметр: 15 мм

A large button labeled 'Вычислить' is located at the bottom of the main panel. The Windows taskbar at the bottom shows several open applications, including 'Windows Commander 4', 'Пример расчёта мидим', 'Лабораторная работа', and 'Расходомер ИСО'.

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для расчета минимальных необходимых длин прямых участков измерительного трубопровода нажимается кнопка **«Вычислить»**. Появляется окно **«Основные результаты вычисления»**.



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню **«Отчет» > «Просмотр»**. Для вывода на печать выбирается пункт меню **«Отчет» > «Печать»** или в окне просмотра отчета нажимается кнопка **«Print»**.

Полные результаты расчета находятся в файле Пример4.

**Отчет по  
расчету минимальных необходимых длин прямых участков измерительного  
трубопровода на программном комплексе «Расходомер ИСО»**

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
Программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08

(Разработчик: ООО «СТП», Казань)

Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Расчет № 3 от 08.06.2008 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005

Расчет минимальных необходимых

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Природный газ  
молярные % компонентов Азот(N<sub>2</sub>).....1 %  
Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>).....0,2 %  
Избыточное давление.....1200000 Па  
Барометрическое давление.....100500 Па  
\* Абсолютное давление.....1300500 Па  
Температура.....2 град.С  
\* Плотность в рабочих условиях.....9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
Плотность в стандартных условиях.....0,68 кг/м<sup>3</sup>  
Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
основная.....0,5 %  
дополнительная.....0 %  
\* Динамическая вязкость.....10,49608 мкПа\*с  
\* Показатель адиабаты.....1,31174  
Метод расчета коэффициента сжимаемости.....NX-19 мод.  
\* Коэффициент сжимаемости.....0,9717  
Относительная влажность.....1

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
Диаметр сужающего устройства при 20град.С.....84 мм  
\* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях.....83,976 мм  
\* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих  
условиях.....0,56  
Материал сужающего устройства - Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)  
Коэффициент линейного расширения материала сужающего  
устройства.....1,739E-5 1/град.С  
\* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего  
устройства.....0,99972  
Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы.....Измеряется  
Начальный радиус закругления входной кромки.....0,04 мм  
Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах.....0,495  
\* Радиус закругления входной кромки диафрагмы.....0,06358 мм  
\* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы..1,00309

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20град.С.....	150 мм
* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....	149,97 мм
Материал трубопровода - Сталь 20	
Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....	1,296Е-5 1/град.С
* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...	0,9998
Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....	0,01 мм
* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....	1
Способ определения шероховатости трубопровода.....	Измеряется
Страница № 1 от 08.06.2008	
Расчет минимальных необходимых	

## КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

Перепад давления.....	16000 Па
* Коэффициент скорости входа.....	1,05311
* Число Рейнольдса.....	1577718
* Коэффициент расширения.....	0,99638
* Коэффициент истечения.....	0,60462
* Коэффициент расхода.....	0,63672
* Потери давления.....	10747,74 Па
* Массовый расход сухой части газа.....	1,94939 м3/с
* Массовый расход влажного газа.....	1,95052 м3/с
* Объёмный расход в стандартных условиях сухой части газа.....	2,86675 м3/с
* Объёмный расход в стандартных условиях влажного газа.....	2,86841 м3/с

## ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УЧАСТКА

1-ое местное сопротивление: Два 90 град. колена в одной плоскости U-конфигурация(30D >= L > 10D)	
Рекомендуемая длина между 1-ым местным сопротивлением и сужающим устройством.....	3749 мм
Минимальная необходимая длина между 1-ым местным сопротивлением и сужающим устройством.....	2250 мм
Длина 1-го местного сопротивления .....	4850 мм
2-ое местное сопротивление: Разветвляющий поток тройник	
Диаметр трубопровода между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями .....	155 мм
Рекомендуемая длина между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями .....	2480 мм
Минимальная необходимая длина между 1-ым и 2-ым местными сопротивлениями .....	1240 мм
3-ое местное сопротивление: Шаровой кран или задвижка	
Диаметр трубопровода между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями ..	155 мм
Рекомендуемая длина между 2-ым и 3-им местными сопротивлениями .....	775 мм
Комбинации колен после 3-х местных сопротивлений нет	

Рекомендуемая длина после сужающего устройства.....1050 мм  
Минимальная необходимая после сужающего устройства.....750 мм  
Место установки гильзы термометра - После сужающего устройства  
Наружный диаметр гильзы термометра.....15 мм  
Рекомендуемая длина между гильзой термометра и сужающим устройством.....750  
мм

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.

Поверитель: \_\_\_\_\_

Страница № 2 от 08.06.2008

Расчет минимальных необходимых

## Расчет сужающего устройства с заданным верхним пределом дифманометра

### Руководство по вводу исходных данных

Для расчета сужающего устройства необходимо установить переключатель «Расчет сужающего устройства». При этом появятся переключатели для выбора вида расчета сужающего устройства «с заданным верхним пределом дифманометра» или «с заданными потерями на СУ» рис. 1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Название измерительного комплекса **устройства с заданным верхним пределом дифманометра**

Исполнитель Яценко И.А. Номер расчета 3

Вид расчёта

- Расчёт расхода
- Расчёт сужающего устройства
- Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

- Рассчитать минимальные необходимые
- Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределённостей

- выполнить

с заданным верхним пределом дифманометра

с заданными потерями давления на СУ

**Вычислить**

Рис. 1. Вкладка «Вид расчета». Выбор вида расчета сужающего устройства.

Заполнение вкладок «Измеряемая среда» и «Технологические параметры» производится аналогично, как и в случае выбора переключателя «Расчет расхода».

Отличия состоят в следующем рис. 2.:

1. Поле ввода «Перепад давления» будет иметь название «Верхний предел перепада давления»

2. На вкладке «Измеряемая среда» появятся поля для ввода нижнего и верхнего пределов расхода и выпадающий список для выбора единиц его измерения.

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМБ

AGA8-92DC

GERG 91 мод.

NX-19 мод.

Температура 2 град.С

Верхний предел перепада давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 7000 200000 т/ч

**Вычислить**

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

Рис. 2. Вкладка «Измеряемая среда». Поля ввода «Верхний предел перепада давления» и «Пределы расхода».

На вкладке «Технологические параметры» на вкладке «Сужающее устройство» появятся поля для ввода свойств материала: «Модуль упругости при заданной температуре, ГПа» и «Предел текучести Мпа» рис.3. По умолчанию значения модуля упругости при заданной температуре и предела текучести заносятся в соответствующие поля автоматически. При необходимости их значения могут быть занесены пользователем вручную.

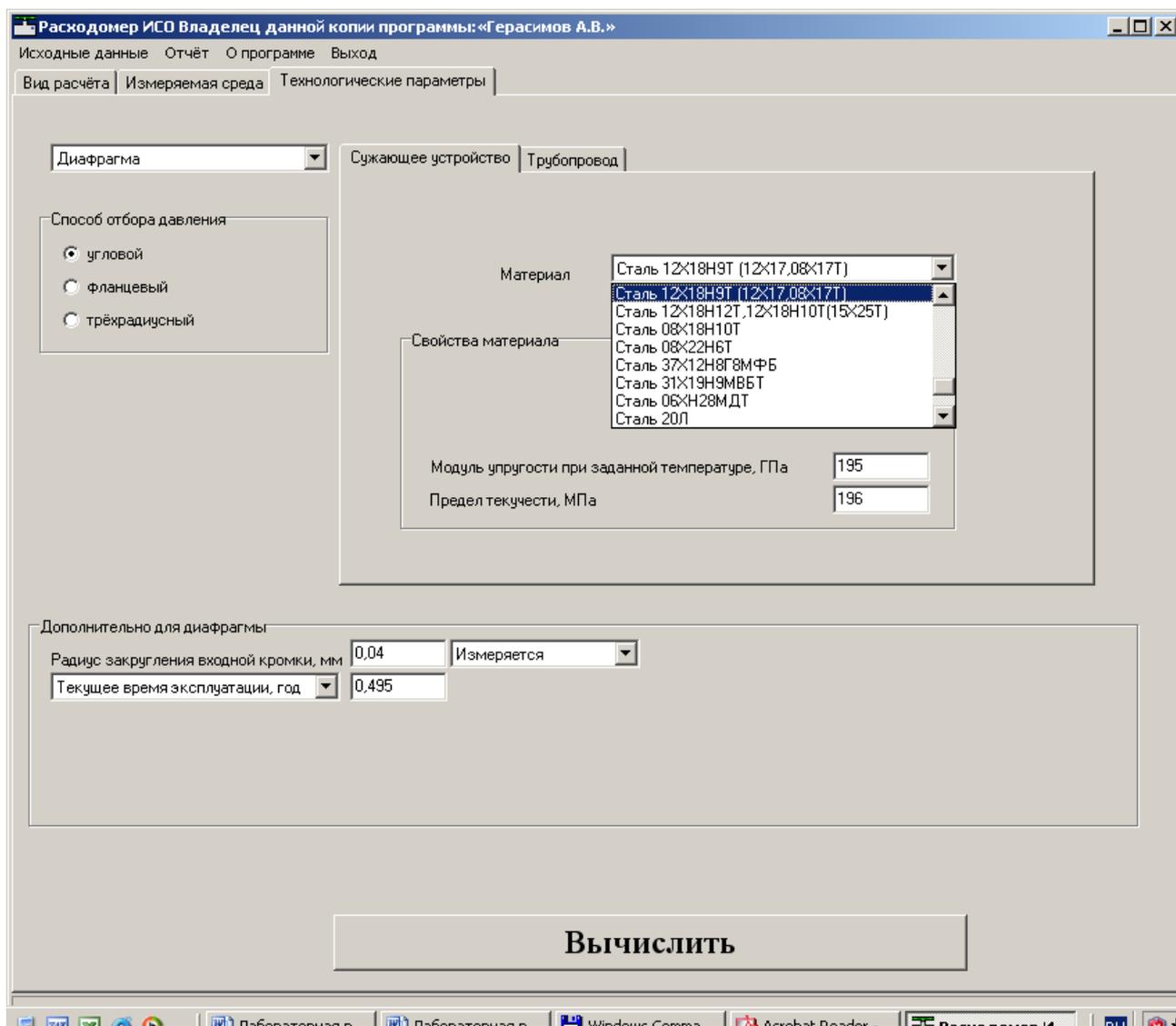


Рис. 3. Вкладка «Технологические параметры». Поля ввода «Модуль упругости при заданной температуре, ГПа» и «Предел текучести, Мпа».

**Пример расчета геометрических характеристик СУ с заданным верхним пределом дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

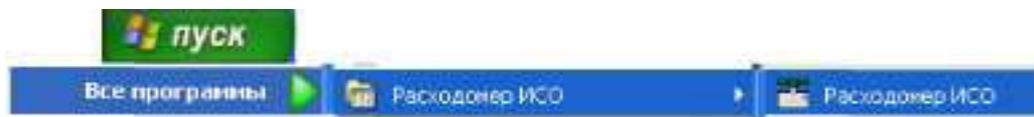
1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Объемный расход природного газа при стандартных условиях	$q_c$	$\text{м}^3/\text{с}$	2-3
2 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
3 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
4 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
5 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
6 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_H$	м	0,00004
7 Текущее время $t$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_T$	год	0,495
8 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_y$	1	0,002
9 Содержание азота в природном газе	$x_a$	1	0,01
10 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	$\text{кг}/\text{м}^3$	0,68
11 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
12 Перепад давления на диафрагме	$\Delta p$	Па	16000
13 Избыточное давление	$p_H$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_a$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2

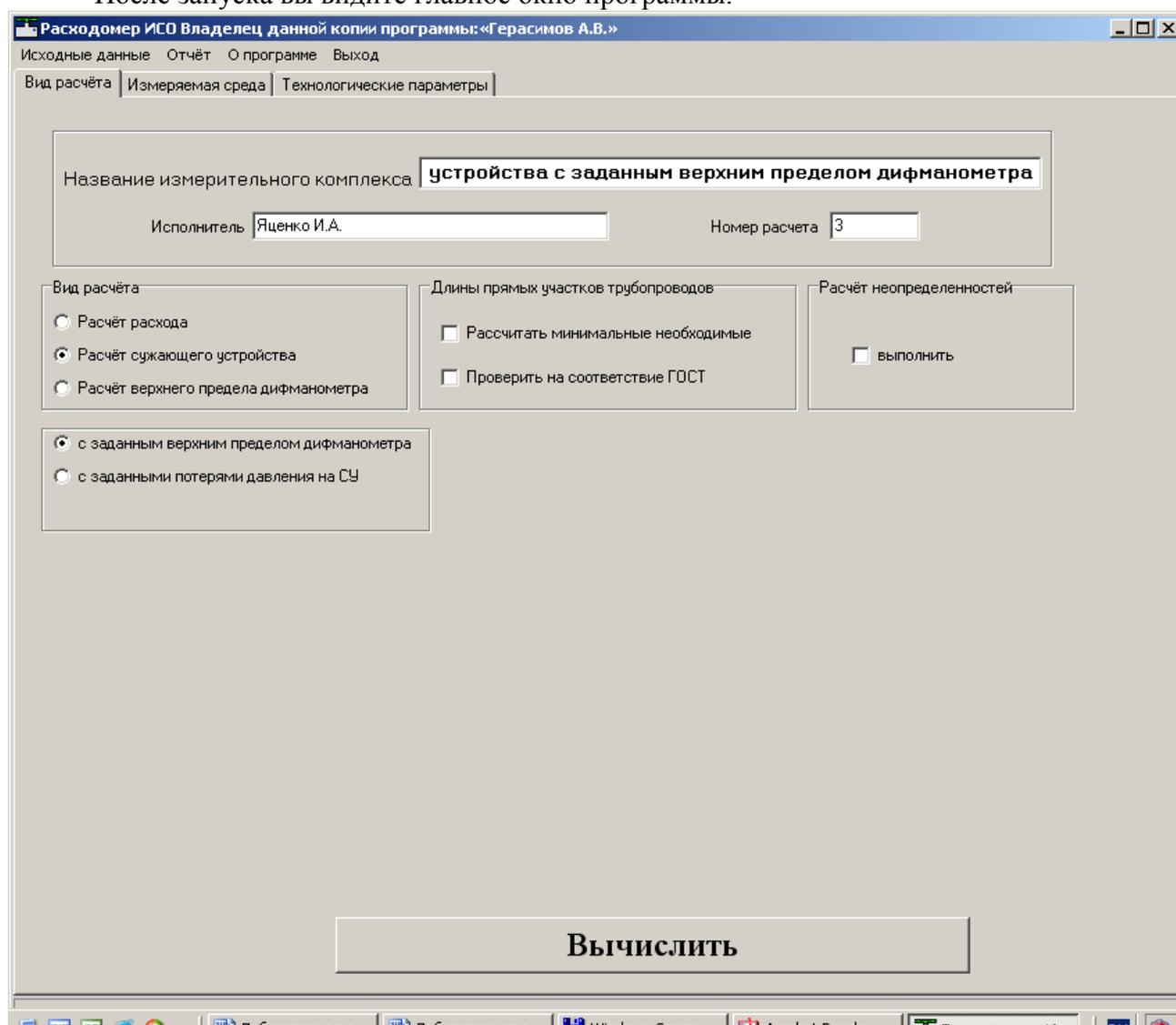
2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле по ГОСТ 8.586.5-2005 программного комплекса «Расходомер-ИСО».

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.



В этом окне на первой вкладке в поле ввода «**Название измерительного комплекса**» вводится название «**Расчет сужающего устройства - диафрагмы с угловым способом отбора давления**».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенной модификации расчета выбирается на вкладке «**Вид расчета**». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

### 2.2 Расчет сужающего устройства (СУ) диафрагмы с угловым способом отбора давления

Первый шаг при расчете СУ начинается с вкладки «**Вид расчета**» и с нажатия левой кнопкой (ЛК) мыши по флажку «**Расчет сужающего устройства**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчёта

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Рассчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределённостей

выполнить

с заданным верхним пределом дифманометра

с заданными потерями давления на СУ

**Вычислить**

На вкладке ниже необходимо установить переключатель «с заданным верхним пределом дифманометра».

В нижней части вкладки «Измеряемая среда» в разделе «Пределы расхода» расположены два окна ввода «нижний» и «верхний», куда необходимо ввести нижний - 2 и верхний – 3 пределы расхода. В первом выпадающем списке выберете единицы измерения вводимых величин  $\text{м}^3/\text{с}$ . Во втором выпадающем списке выберете условия расчета – «в стандартных условиях».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Температура 0 град.С  
Верхний предел перепада давления 0 Па  
Барометрическое давление 0 Па  
Избыточное давление 0 Па  
 Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний  
Пределы расхода 2 3 м3/с  
в стандартных условиях  
в рабочих условиях  
в стандартных условиях

Вычислить

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH4)	95
2	Этан(C2H6)	5
3	Пропан(C3H8)	0
4	н-Бутан(н-C4H10)	0
5	и-Бутан(и-C4H10)	0
6	Азот(N2)	0
7	Диоксид углерода(CO2)	0
8	Сероводород(H2S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H2)	0
11	Кислород(O2)	0
12	н-Пентан(н-C5H12)	0

Сумма компонентов: 100  
Единицы измерения: молярные проценты

Второй шаг при расчете СУ - занесение рабочих параметров (температура, давление, верхний предел перепада давления) и состава измеряемой среды на вкладке «Измеряемая среда».

Наименование измеряемой среды выбирается в соответствующем выпадающем списке. В зависимости от выбора элемента списка меняется структура вкладки. Выберем строку «Природный газ».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Природный газ  
Вода  
Перегретый пар  
Воздух  
Азот  
Диоксид углерода  
Аммиак  
Ацетилен  
Насыщенный пар  
Другая измеряемая среда

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 0 град.С

Верхний предел перепада давления 0 Па

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 2 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

После выбора измеряемой среды заносим рабочие параметры (температура, давление, верхний предел перепада давления) в соответствующие поля ввода. Справа от полей ввода расположены выпадающие списки для выбора единиц измерения вводимых рабочих параметров. В поле ввода «Температура» занесите значение 2. Из выпадающего списка выберете строку «град.С». В поле ввода «Верхний предел перепада давления» введите 16000 Па. В поле ввода «Барометрическое давление» введите значение атмосферного давления из таблицы, т.е. 100500 Па. В поле ввода «Избыточное давление» занесите значение 1200000 Па.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ

AGA8-92DC

GERG 91 мод.

NX-19 мод.

Температура 2 град.С

Верхний предел перепада давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 2 3 м3/с в стандартных условиях

Вычислить

Состав газа

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения молярные проценты

При выборе измеряемой среды «Природный газ» появится группа переключателей для выбора метода расчета коэффициента сжимаемости. При выборе переключателя «GERG 91 мод.» или «NX-19 мод.» появятся поля для ввода содержания азота и диоксида углерода в молярных процентах, а также поле ввода для ввода плотности в стандартных условиях кг/м<sup>3</sup>.

При выборе переключателя «ВНИЦ СМВ» или «AGA8-92DC» появляется таблица для занесения полного компонентного состава природного газа, а под таблицей выпадающий список для выбора единиц измерения, в которых вносится компонентный состав. Выберете переключатель «NX-19 мод.».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град. С

Верхний предел перепада давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 120000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

Далее в разделе «**Параметры газа**» вводим значения плотности природного газа при стандартных условиях в окно ввода «**Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>**», равную 0,68, содержание азота в природном газе в поле ввода «**Содержание азота, %**», равное 1 и содержание углекислого газа в природном газе в поле ввода «**Содержание двуокиси углерода, %**», равное 0,2.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град. С

Верхний предел перепада давления 16000 Па

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

Третий шаг при расчете СУ – занесение характеристик СУ и трубопровода на вкладке «Технологические параметры». Выбираем СУ «Диафрагма» в открывающемся списке.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

фланцевый  
 трёхрадиусный

Материал:

Свойства материала

Модуль упругости при заданной температуре, ГПа:   
 Предел текучести, МПа:

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм:

Текущее время эксплуатации, год:

В зависимости от выбора СУ меняется структура вкладки. При выборе СУ - «Диафрагма» под списком появляется группа флажков для выбора способа отбора давления на диафрагме (угловой, фланцевый, трёхрадиусный). Выбираем «угловой». Также в нижней части вкладки появляется раздел «Дополнительно для диафрагмы», в котором имеется поле ввода «Радиус закругления входной кромки, мм». Справа от этого поля ввода имеется выпадающий список для выбора способа определения радиуса закругления входной кромки диафрагмы. Выберете строчку «Измеряется» и в поле «Радиус закругления входной кромки, мм» занесется значение 0,04 мм. Кроме того, в разделе «Дополнительно для диафрагмы» имеется еще один выпадающий список. Выберете элемент списка «Текущее время эксплуатации, год» и в поле ввода справа введите значение 0,495.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Материал Сталь 12X18H9T (12X17,08X17T)

Свойства материала

Модуль упругости при заданной температуре, ГПа 195

Предел текучести, МПа 196

Дополнительно для диафрагмы

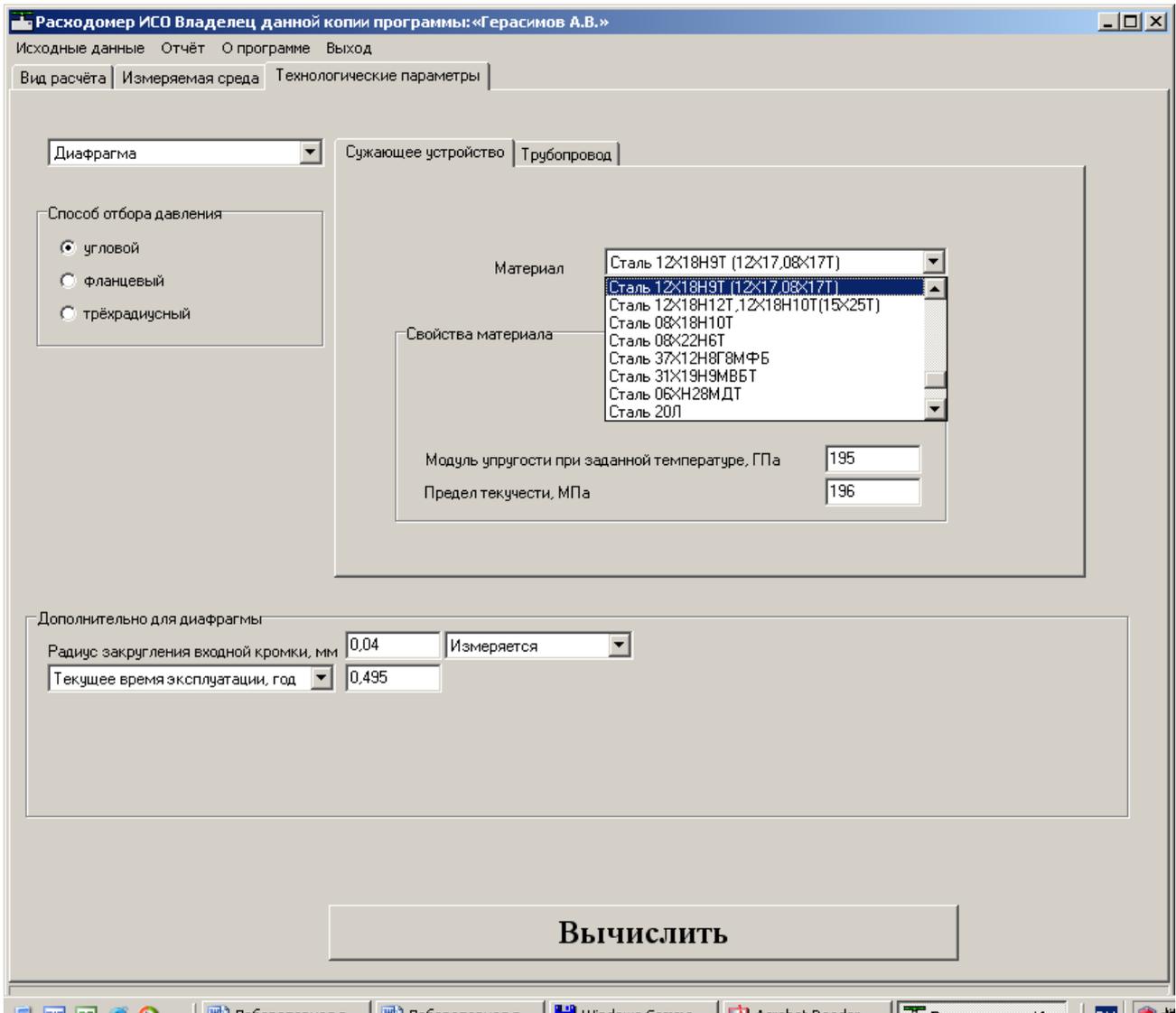
Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Сужающее устройство» в выпадающем списке выбирается материал СУ. Выберите сталь марки 12X18H9T.

Значения модуля упругости при заданной температуре и предела текучести заносятся в соответствующие поля автоматически. При необходимости их значения могут быть занесены пользователем вручную.



На вкладке «Трубопровод» в поле «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится внутренний диаметр измерительного трубопровода при температуре, 20°C, равный 150. Справа от поля ввода «Эквивалентная шероховатость стенки, мм» в выпадающем списке выбирается строка «Измеряется» и в это поле ввода заносится среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости измерительного трубопровода. В выпадающем списке «Материал» выбирается материал, из которого изготовлен трубопровод. Выберите сталь марки 20.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 150

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,01 Измеряется

Материал

- Сталь 20
- Сталь 30,35
- Сталь 40,45
- Сталь 10Г2
- Сталь 35Х
- Сталь 38ХА
- Сталь 40Х
- Сталь 15ХМ

Дополнительно для диафрагмы

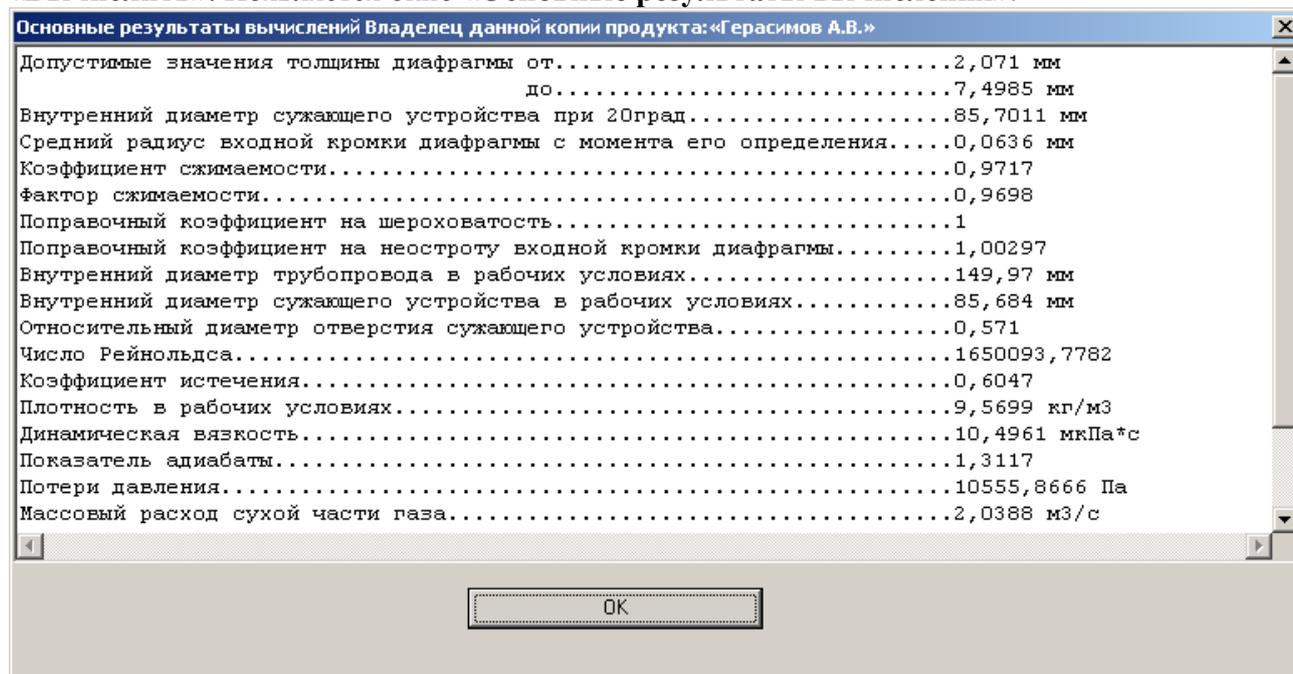
Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для вычисления СУ нажимается кнопка «Вычислить». Появляется окно «Основные результаты вычисления».



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

Полные результаты расчета находятся в файле Пример5.

## Отчет по расчету геометрических характеристик СУ с заданным верхним пределом дифманометра на программном комплексе «Расходомер ИСО»

Программный модуль по ГОСТ 8.586.й-5:2005  
 программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
 (Разработчик: ООО «СТП», Казань)  
 Расчет № 3 от 31.05.2008 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005  
 Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Расчет СУ

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Природный газ  
 молярные % компонентов Азот(N<sub>2</sub>).....1 %  
 Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>).....0,2 %  
 Избыточное давление.....1200000 Па  
 Барометрическое давление.....100500 Па  
 \* Абсолютное давление.....1300500 Па  
 Температура.....2 град.С  
 \* Плотность в рабочих условиях.....9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
 Плотность в стандартных условиях.....0,68 кг/м<sup>3</sup>  
 Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
 основная.....0,5 %  
 дополнительная.....0 %  
 \* Динамическая вязкость.....10,49608 мкПа\*с  
 \* Показатель адиабаты.....1,31174  
 Метод расчета коэффициента сжимаемости.....NX-19 мод.  
 \* Коэффициент сжимаемости.....0,9717  
 Относительная влажность.....1

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
 \* Диаметр сужающего устройства при 20град.С.....85,708 мм  
 \* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях.....85,684 мм  
 \* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих  
 условиях.....0,5713  
 Материал сужающего устройства - Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)  
 Коэффициент линейного расширения материала сужающего  
 устройства.....1,739E-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего  
 устройства.....0,99972  
 Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы.....Измеряется  
 Начальный радиус закругления входной кромки.....0,04 мм  
 Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах.....0,495  
 \* Радиус закругления входной кромки диафрагмы.....0,06358 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы..1,00297

- \* Допустимые значения толщины диафрагмы от.....2,121 мм до.....7,498 мм
- \* Наибольшее значение шероховатости поверхности входного торца.....0,00857 мм
- \* Наибольшее значение шероховатости поверхности выходного торца.....0,1 мм
- \* Рекомендуемый допуск на изготовление диаметра СУ.....0,0343 мм

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

- Диаметр трубопровода при 20град.С.....150 мм
- \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,97 мм
- Страница № 1 от 31.05.2008
- Расчет СУ
- Материал трубопровода - Сталь 20
- Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,296E-5 1/град.С
- \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...0,9998
- Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,01 мм
- \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1
- Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется

#### КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

- \* Перепад давления.....16000 Па
- Верхний предел перепада давления.....16000 Па
- \* Коэффициент скорости входа.....1,05795
- \* Число Рейнольдса.....1650094
- \* Коэффициент расширения.....0,99635
- \* Коэффициент истечения.....0,60471
- \* Коэффициент расхода.....0,63975
- \* Потери давления.....10555,87 Па
- Заданный нижний предел измеряемого расхода.....2 м3/с
- Заданный верхний предел измеряемого расхода.....3 м3/с
- Расчет расхода (проверка) при верхнем пределе перепада давления:
- \* Массовый расход сухой части газа.....2,03881 м3/с
- \* Массовый расход влажного газа.....2,04 м3/с
- \* Объёмный расход в стандартных условиях сухой части газа.....2,99826 м3/с
- \* Объёмный расход в стандартных условиях влажного газа.....3 м3/с

Исполнитель: \_\_\_\_\_  
 Яценко И.А. Поверитель: \_\_\_\_\_  
 Страница № 2 от 31.05.2008  
 Расчет СУ

## Расчет сужающего устройства с заданными потерями на СУ

### Руководство по вводу исходных данных

Для расчета сужающего устройства необходимо установить переключатель «Расчет сужающего устройства». При этом появятся переключатели для выбора вида расчета сужающего устройства «с заданным верхним пределом дифманометра» или «с заданными потерями на СУ» рис. 1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчета

Вид расчёта

- Расчёт расхода
- Расчёт сужающего устройства
- Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

- Рассчитать минимальные необходимые
- Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

- выполнить

с заданным верхним пределом дифманометра

с заданными потерями давления на СУ

**Вычислить**

Рис. 1. Вкладка «Вид расчета». Выбор вида расчета сужающего устройства.

Заполнение Вкладок «Измеряемая среда» и «Технологические параметры» производится аналогично, как и в случае выбора переключателя «Расчет расхода».

Отличие состоит в следующем:

На вкладке «Измеряемая среда» появятся поля для ввода нижнего и верхнего пределов расхода и выпадающий список для выбора единиц его измерения рис 2.

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМБ
- AGA8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Температура: 2 град.С

Верхний предел перепада давления: 16000 Па

Барометрическое давление: 100500 Па

Избыточное давление: 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность: 1

Пределы расхода: нижний 7000, верхний 200000, т/ч

**Вычислить**

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Сумма компонентов: 100

Единицы измерения: молярные проценты

Рис. 2. Вкладка «Измеряемая среда». Поля ввода «Пределы расхода».

На вкладке «Технологические параметры» на вкладке «Сужающее устройство» появятся поля для ввода свойств материала: «Модуль упругости при заданной температуре, ГПа» и «Предел текучести Мпа» рис. 3. По умолчанию значения модуля упругости при заданной температуре и предела текучести заносятся в соответствующие поля автоматически. При необходимости их значения могут быть занесены пользователем вручную.

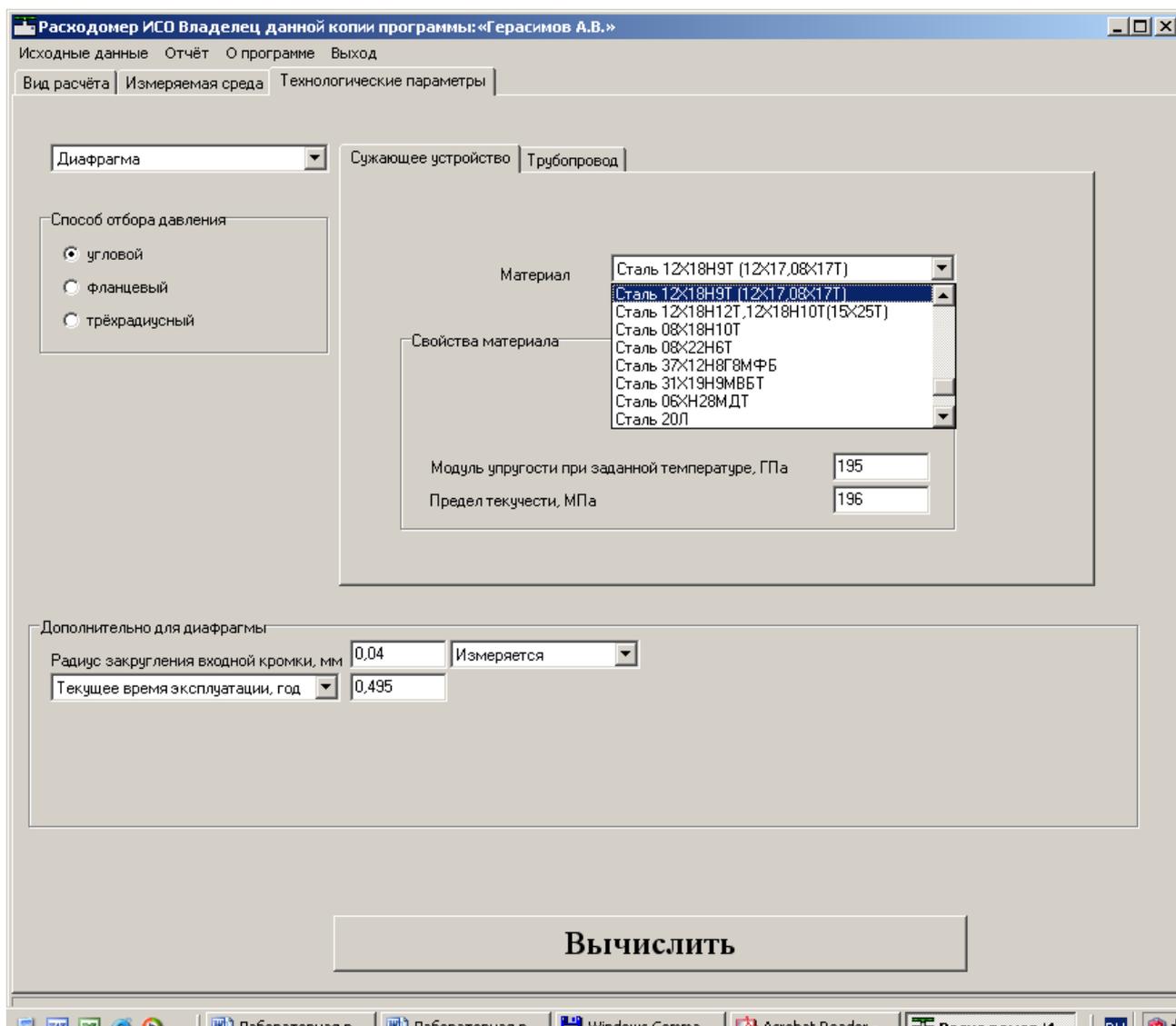


Рис. 3. Вкладка «Технологические параметры». Поля ввода «Модуль упругости при заданной температуре, ГПа» и «Предел текучести, Мпа».

При проведении расчета сужающего устройства возможно также проведение расчетов «Рассчитать минимальные необходимые длины прямых участков измерительного трубопровода», «Проверка длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие ГОСТ» и «Расчет неопределенностей».

**Пример расчета геометрических характеристик СУ с заданными потерями давления на СУ на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Объемный расход природного газа при стандартных условиях	$q_c$	$\text{м}^3/\text{с}$	2-3
2 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
3 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
4 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
5 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
6 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_H$	м	0,00004
7 Текущее время $t$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_T$	год	0,495
8 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_y$	1	0,002
9 Содержание азота в природном газе	$x_a$	1	0,01
10 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	$\text{кг}/\text{м}^3$	0,68
11 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
12 Потери давления на диафрагме	$\Delta p$	кПа	10
13 Избыточное давление	$p_H$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_a$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2

2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле по ГОСТ 8.586.5-2005 программного комплекса «Расходомер-ИСО».

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «Название измерительного комплекса» вводится название «Расчет сужающего устройства - диафрагмы с угловым способом отбора давления».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенной модификации расчета выбирается на вкладке «Вид расчета». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

## 2.2 Расчет сужающего устройства (СУ) диафрагмы с угловым способом отбора давления

Первый шаг при расчете СУ начинается с вкладки «Вид расчета» и с нажатия левой кнопкой (ЛК) мыши по флажку «Расчет сужающего устройства».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры | Измерительный участок трубопровода

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчёта

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Рассчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

выполнить

с заданным верхним пределом дифманометра

с заданными потерями давления на СУ

**Вычислить**

На вкладке ниже необходимо установить переключатель «с заданными потерями давления на СУ».

В нижней части вкладки «Измеряемая среда» в разделе «Пределы расхода» расположены два окна ввода «нижний» и «верхний», куда необходимо ввести нижний - 2 и верхний – 3 пределы расхода. В первом выпадающем списке выберете единицы измерения вводимых величин  $\text{м}^3/\text{с}$ . Во втором выпадающем списке выберите условия расчёта – «в стандартных условиях».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | **Измеряемая среда** | Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 АГА8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 0 град. С

Потери давления 0 кПа

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода: нижний 2, верхний 3, м<sup>3</sup>/с, в стандартных условиях

**Вычислить**

Второй шаг при расчете СУ - занесение рабочих параметров (температура, давление, потери давления) и состава измеряемой среды на вкладке «**Измеряемая среда**».

Наименование измеряемой среды выбирается в соответствующем выпадающем списке. В зависимости от выбора элемента списка меняется структура вкладки. Выберем строку «**Природный газ**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Природный газ  
Вода  
Перегретый пар  
Воздух  
Азот  
Диоксид углерода  
Аммиак  
Ацетилен  
Насыщенный пар  
Другая измеряемая среда

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 0 град.С

Потери давления 0 кПа

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 2 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

После выбора измеряемой среды заносим рабочие параметры (температура, давление, верхний предел перепада давления) в соответствующие поля ввода. Справа от полей ввода расположены выпадающие списки для выбора единиц измерения вводимых рабочих параметров. В поле ввода «**Температура**» занесите значение 2. Из выпадающего списка выберете строку «**град.С**». В поле ввода «**Потери давления**» введите 10 кПа. В поле ввода «**Барометрическое давление**» введите значение атмосферного давления из таблицы, т.е. 100500 Па. В поле ввода «**Избыточное давление**» занесите значение 1200000 Па.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град.С

Потери давления 10 кПа

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 120000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 2 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

При выборе измеряемой среды «**Природный газ**» появится группа переключателей для выбора метода расчета коэффициента сжимаемости. При выборе переключателя «**GERG 91 мод.**» или «**NX-19 мод.**» появятся поля для ввода содержания азота и диоксида углерода в молярных процентах, а также поле ввода для ввода плотности в стандартных условиях кг/м<sup>3</sup>.

При выборе переключателя «**ВНИЦ СМВ**» или «**AGA8-92DC**» появляется таблица для занесения полного компонентного состава природного газа, а под таблицей выпадающий список для выбора единиц измерения, в которых вносится компонентный состав. Выберете переключатель «**NX-19 мод.**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 АГА8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град. С

Потери давления 10 кПа

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

Далее в разделе «**Параметры газа**» вводим значения плотности природного газа при стандартных условиях в окно ввода «**Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>**», равную 0,68, содержание азота в природном газе в поле ввода «**Содержание азота, %**», равное 1 и содержание углекислого газа в природном газе в поле ввода «**Содержание двуокиси углерода, %**», равное 0,2.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | **Технологические параметры**

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град. С

Потери давления 10 кПа

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

Третий шаг при расчете СУ – занесение характеристик СУ и трубопровода на вкладке «Технологические параметры». Выбираем СУ «Диафрагма» в открывающемся списке.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

фланцевый  
 трёхрадиусный

Материал:

Свойства материала

Модуль упругости при заданной температуре, ГПа:

Предел текучести, МПа:

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм:

Текущее время эксплуатации, год:

В зависимости от выбора СУ меняется структура вкладки. При выборе СУ - «Диафрагма» под списком появляется группа флажков для выбора способа отбора давления на диафрагме (угловой, фланцевый, трёхрадиусный). Выбираем «угловой». Также в нижней части вкладки появляется раздел «Дополнительно для диафрагмы», в котором имеется поле ввода «Радиус закругления входной кромки, мм». Справа от этого поля ввода имеется выпадающий список для выбора способа определения радиуса закругления входной кромки диафрагмы. Выберете строчку «Измеряется» и в поле «Радиус закругления входной кромки, мм» занесется значение 0,04 мм. Кроме того, в разделе «Дополнительно для диафрагмы» имеется еще один выпадающий список. Выберете элемент списка «Текущее время эксплуатации, год» и в поле ввода справа введите значение 0,495.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Материал Сталь 12X18H9T (12X17,08X17T)

Свойства материала

Модуль упругости при заданной температуре, ГПа 195

Предел текучести, МПа 196

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Сужающее устройство» в выпадающем списке выбирается материал СУ. Выберите сталь марки 12X18H9T.

Значения модуля упругости при заданной температуре и предела текучести заносятся в соответствующие поля автоматически. При необходимости их значения могут быть занесены пользователем вручную.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Материал

- Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)
- Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)
- Сталь 12Х18Н12Т, 12Х18Н10Т (15Х25Т)
- Сталь 08Х18Н10Т
- Сталь 08Х22Н6Т
- Сталь 37Х12Н8Г8МФБ
- Сталь 31Х19Н9МВБТ
- Сталь 06ХН28МДТ
- Сталь 20Л

Свойства материала

Модуль упругости при заданной температуре, ГПа 195

Предел текучести, МПа 196

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Трубопровод» в поле «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится внутренний диаметр измерительного трубопровода при температуре, 20°C, равный 150. Справа от поля ввода «Эквивалентная шероховатость стенки, мм» в выпадающем списке выбирается строка «Измеряется» и в это поле ввода заносится среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости измерительного трубопровода. В выпадающем списке «Материал» выбирается материал, из которого изготовлен трубопровод. Выберите сталь марки 20.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 150

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,01 Измеряется

Материал

- Сталь 20
- Сталь 30,35
- Сталь 40,45
- Сталь 10Г2
- Сталь 35Х
- Сталь 38ХА
- Сталь 40Х
- Сталь 15ХМ

Дополнительно для диафрагмы

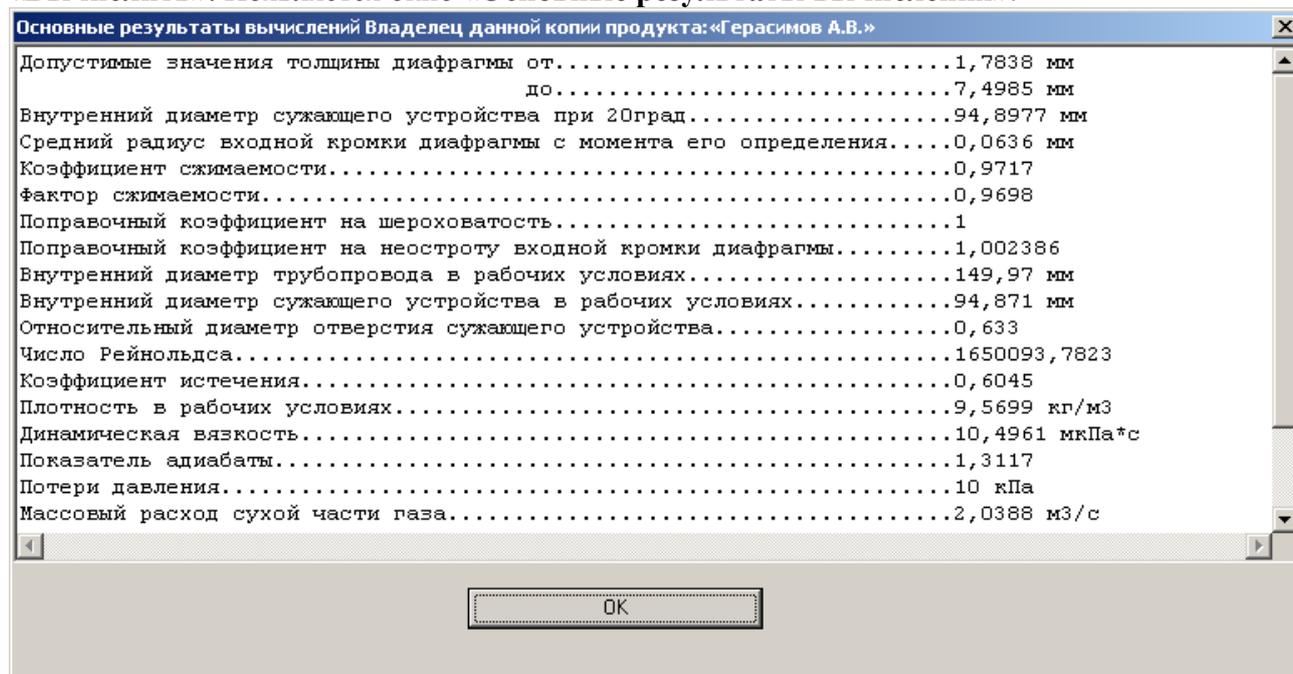
Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для вычисления СУ нажимается кнопка «Вычислить». Появляется окно «Основные результаты вычисления».



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

Полные результаты расчета находятся в файле Пример6.

## Отчет по расчету геометрических характеристик СУ с заданными потерями давления на СУ на программном комплексе «Расходомер ИСО»

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
 Программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
 (Разработчик: ООО «СТП», Казань)  
 Расчет № 3 от 08.06.2008 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005  
 Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Расчет СУ с заданными потерями давления

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Природный газ  
 молярные % компонентов Азот(N<sub>2</sub>).....1 %  
 Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>).....0,2 %  
 Избыточное давление.....1200000 Па  
 Барометрическое давление.....100500 Па \*  
 Абсолютное давление.....1300500 Па  
 Температура.....2 град.С  
 \* Плотность в рабочих условиях.....9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
 Плотность в стандартных условиях.....0,68 кг/м<sup>3</sup>  
 Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
 основная.....0,5 %  
 дополнительная.....0 %  
 \* Динамическая вязкость.....10,49608 мкПа\*с  
 \* Показатель адиабаты.....1,31174  
 Метод расчета коэффициента сжимаемости.....NX-19 мод.  
 \* Коэффициент сжимаемости.....0,9717  
 Относительная влажность.....1

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
 \* Диаметр сужающего устройства при 20град.С.....94,898 мм  
 \* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях.....94,871 мм  
 \* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих условиях.....0,6326  
 Материал сужающего устройства - Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)  
 Коэффициент линейного расширения материала сужающего устройства.....1,739E-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего устройства.....0,99972  
 Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы.....Измеряется  
 Начальный радиус закругления входной кромки.....0,04 мм  
 Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах.....0,495  
 \* Радиус закругления входной кромки диафрагмы.....0,06358 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы..1,00239  
 \* Допустимые значения толщины диафрагмы от.....1,784 мм до.....7,498 мм

- \* Наибольшее значение шероховатости поверхности входного торца.....0,00949 мм
- \* Наибольшее значение шероховатости поверхности выходного торца.....0,1 мм
- \* Рекомендуемый допуск на изготовление диаметра СУ.....0,0379 мм

#### ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

- Диаметр трубопровода при 20град.С.....150 мм
- \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,97 мм
- Страница № 1 от 08.06.2008
- Расчет СУ с заданными потерями давления
- Материал трубопровода - Сталь 20
- Коэффициент линейного расширения материала трубопровода.....1,296E-5 1/град.С
- \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...0,9998
- Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,01 мм
- \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1
- Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется

#### КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

- \* Перепад давления.....10000 Па
- \* Коэффициент скорости входа.....1,09118
- \* Число Рейнольдса.....1650094
- \* Коэффициент расширения.....0,99756
- \* Коэффициент истечения.....0,60455
- \* Коэффициент расхода.....0,65968
- Потери давления.....10 кПа
- Заданный нижний предел измеряемого расхода.....2 м3/с
- Заданный верхний предел измеряемого расхода.....3 м3/с
- Расчет расхода (проверка) при верхнем пределе перепада давления:
- \* Массовый расход сухой части газа.....2,03881 м3/с
- \* Массовый расход влажного газа.....2,04 м3/с
- \* Объемный расход в стандартных условиях сухой части газа.....2,99826 м3/с
- \* Объемный расход в стандартных условиях влажного газа.....3 м3/с

Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.

Поверитель: \_\_\_\_\_

Страница № 2 от 08.06.2008

Расчет СУ с заданными потерями давления

## Расчет верхнего предела дифманометра

### Руководство по вводу исходных данных

Для расчета верхнего предела дифманометра необходимо установить переключатель «Расчет верхнего предела дифманометра» рис. 1.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Название измерительного комплекса

Исполнитель  Номер расчета

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Рассчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

Выполнить

**Вычислить**

Рис. 1. Вкладка «Вид расчёта». Выбор вида расчёта «Расчет верхнего предела дифманометра»

Заполнение Вкладок «Измеряемая среда» и «Технологические параметры» производится аналогично, как и в случае выбора переключателя «Расчет расхода».

Отличие состоит в следующем:

На вкладке «Измеряемая среда» исчезнет поле «Перепад давления». Появятся поля для ввода нижнего и верхнего пределов расхода и выпадающий список для выбора единиц его измерения рис.2.

№	Компонент	Содерж. %
1	Метан(CH <sub>4</sub> )	95
2	Этан(C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5
3	Пропан(C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	0
4	н-Бутан(н-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
5	и-Бутан(и-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	0
6	Азот(N <sub>2</sub> )	0
7	Диоксид углерода(CO <sub>2</sub> )	0
8	Сероводород(H <sub>2</sub> S)	0
9	Гелий(He)	0
10	Водород(H <sub>2</sub> )	0
11	Кислород(O <sub>2</sub> )	0
12	н-Пентан(н-C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> )	0

Рис. 2. Вкладка «Измеряемая среда». Поля ввода «Пределы расхода».

При проведении расчета верхнего предела дифманометра возможно также проведение расчетов «Расчитать минимальные необходимые длины прямых участков измерительного трубопровода» и «Проверка длин прямых участков измерительного трубопровода на соответствие ГОСТ».

**Пример расчета верхнего предела дифманометра на программном модуле по ГОСТ 8.586.1-5:2005**

1. Исходные данные

Наименование величины	Условное обозначение	Единица величины	Значение
1 Диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C	$d_{20}$	м	0,084
2 Объемный расход природного газа при стандартных условиях	$q_c$	м <sup>3</sup> /с	2-3
3 Внутренний диаметр ИТ при температуре 20°C	$D_{20}$	м	0,15
4 Среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости ИТ (новая, бесшовная, холоднотянутая)	$R_a$	м	0,00001
5 Материал, из которого изготовлена диафрагма	сталь марки 12X18H9T		
6 Материал, из которого изготовлен ИТ	сталь марки 20		
7 Начальный радиус входной кромки диафрагмы	$r_n$	м	0,00004
8 Текущее время $t$ эксплуатации диафрагмы с момента определения значения начального радиуса входной кромки диафрагмы	$\tau_t$	год	0,495
9 Содержание углекислого газа в природном газе	$x_y$	1	0,002
10 Содержание азота в природном газе	$x_a$	1	0,01
11 Плотность природного газа при стандартных условиях	$\rho_c$	кг/м <sup>3</sup>	0,68
12 Относительная влажность природного газа	$\varphi$	%	0
13 Избыточное давление	$p_i$	Па	1200000
14 Атмосферное давление	$p_a$	Па	100500
15 Температура природного газа (по термометру в среднем за сутки)	$t$	°C	2

2. Описание операций для выполнения расчета на программном модуле по ГОСТ 8.586.5-2005 программного комплекса «Расходомер-ИСО».

### 2.1 Запуск программы

Для того, чтобы запустить программу необходимо щелкнуть ЛК мыши по пункту меню



После запуска вы видите главное окно программы.

В этом окне на первой вкладке в поле ввода «**Название измерительного комплекса**» вводится название «**Расчет сужающего устройства - диафрагмы с угловым способом отбора давления**».

Любой расчет начинается с выбора вида расчета. Выбор определенной модификации расчета выбирается на вкладке «**Вид расчета**». Одновременно с выбором варианта расчета происходит настройка программы применительно к выбранному варианту: автоматически настраиваются поля ввода, скрываются не используемые при расчете элементы разделов.

### 2.2 Расчет сужающего устройства (СУ) диафрагмы с угловым способом отбора давления

Первый шаг при расчете СУ начинается с вкладки «**Вид расчета**» и с нажатия левой кнопкой (ЛК) мыши по флажку «**Расчет верхнего предела дифманометра**».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Название измерительного комплекса **Расчет верхнего предела дифманометра**

Исполнитель Яценко И.А. Номер расчета 3

Вид расчёта

Расчёт расхода

Расчёт сужающего устройства

Расчёт верхнего предела дифманометра

Длины прямых участков трубопроводов

Рассчитать минимальные необходимые

Проверить на соответствие ГОСТ

Расчёт неопределенностей

выполнить

**Вычислить**

В нижней части вкладки «Измеряемая среда» в разделе «Пределы расхода» расположены два окна ввода «нижний» и «верхний», куда необходимо ввести нижний - 2 и верхний – 3 пределы расхода. В первом выпадающем списке выберете единицы измерения вводимых величин м<sup>3</sup>/с. Во втором выпадающем списке выберете условия расчета – «в стандартных условиях».

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | **Измеряемая среда** | Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 0 град.С

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

Второй шаг при расчете СУ - занесение рабочих параметров (температура, давление) и состава измеряемой среды на вкладке **«Измеряемая среда»**.

Наименование измеряемой среды выбирается в соответствующем выпадающем списке. В зависимости от выбора элемента списка меняется структура вкладки. Выберем строку **«Природный газ»**.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта Измеряемая среда Технологические параметры

Природный газ

Природный газ  
Вода  
Перегретый пар  
Воздух  
Азот  
Диоксид углерода  
Аммиак  
Ацетилен  
Насыщенный пар  
Другая измеряемая среда

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокиси углерода молярные % 0,2

Температура 0 град.С

Барометрическое давление 0 Па

Избыточное давление 0 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

нижний верхний

Пределы расхода 2 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

После выбора измеряемой среды заносим рабочие параметры (температура, давление) в соответствующие поля ввода. Справа от полей ввода расположены выпадающие списки для выбора единиц измерения вводимых рабочих параметров. В поле ввода «Температура» занесите значение 2. Из выпадающего списка выберете строку «град.С». В поле ввода «Барометрическое давление» введите значение атмосферного давления из таблицы, т.е. 100500 Па. В поле ввода «Избыточное давление» занесите значение 1200000 Па.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

ВНИЦ СМВ  
 AGA8-92DC  
 GERG 91 мод.  
 NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup> 0,68

Содержание азота молярные % 1

Содержание двуокси углерода молярные % 0,2

Температура 2 град.С

Барометрическое давление 100500 Па

Избыточное давление 1200000 Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность 1

Пределы расхода нижний 2 верхний 3 м<sup>3</sup>/с в стандартных условиях

**Вычислить**

При выборе измеряемой среды «**Природный газ**» появится группа переключателей для выбора метода расчета коэффициента сжимаемости. При выборе переключателя «**GERG 91 мод.**» или «**NX-19 мод.**» появятся поля для ввода содержания азота и диоксида углерода в молярных процентах, а также поле ввода для ввода плотности в стандартных условиях кг/м<sup>3</sup>.

При выборе переключателя «**ВНИЦ СМВ**» или «**AGA8-92DC**» появляется таблица для занесения полного компонентного состава природного газа, а под таблицей выпадающий список для выбора единиц измерения, в которых вносится компонентный состав. Выберете переключатель «**NX-19 мод.**».

The screenshot shows the 'Расходомер ИСО' software interface. The window title is 'Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»'. The menu bar includes 'Исходные данные', 'Отчёт', 'О программе', and 'Выход'. The main area has three tabs: 'Вид расчёта', 'Измеряемая среда', and 'Технологические параметры'. The 'Измеряемая среда' tab is active, showing a dropdown menu for 'Природный газ'. Below it, the 'Метод расчёта коэф. сжимаемости' section has four radio buttons: 'ВНИЦ СМВ', 'AGA8-92DC', 'GERG 91 мод.', and 'NX-19 мод.' (selected). The 'Параметры газа' section contains three input fields: 'Плотность в стандартных условиях, кг/м3' (0,68), 'Содержание азота' (молярные %, 1), and 'Содержание двуокиси углерода' (молярные %, 0,2). The 'Температура' is 2 град.С, 'Барометрическое давление' is 100500 Па, and 'Избыточное давление' is 120000 Па. A checkbox for 'Абсолютное давление измеряется' is unchecked. 'Относительная влажность' is 1. The 'Пределы расхода' section has 'нижний' (2) and 'верхний' (3) inputs, with units 'м3/с' and a dropdown for 'в стандартных условиях'. A large 'Вычислить' button is at the bottom.

Далее в разделе **«Параметры газа»** вводим значения плотности природного газа при стандартных условиях в окно ввода **«Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>»**, равную 0,68, содержание азота в природном газе в поле ввода **«Содержание азота, %»**, равное 1 и содержание углекислого газа в природном газе в поле ввода **«Содержание двуокиси углерода, %»**, равное 0,2.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | **Технологические параметры**

Природный газ

Метод расчёта коэф. сжимаемости

- ВНИЦ СМВ
- АГА8-92DC
- GERG 91 мод.
- NX-19 мод.

Параметры газа

Плотность в стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>

Содержание азота  молярные %

Содержание двуокиси углерода  молярные %

Температура  град.С

Барометрическое давление  Па

Избыточное давление  Па

Абсолютное давление измеряется

Относительная влажность

Пределы расхода  нижний  верхний м<sup>3</sup>/с

**Вычислить**

Третий шаг при расчете СУ – занесение характеристик СУ и трубопровода на вкладке «Технологические параметры». Выбираем СУ «Диафрагма» в открывающемся списке.

В зависимости от выбора СУ меняется структура вкладки. При выборе СУ - «**Диафрагма**» под списком появляется группа флажков для выбора способа отбора давления на диафрагме (угловой, фланцевый, трёхрадиусный). Выбираем «**угловой**». Также в нижней части вкладки появляется раздел «**Дополнительно для диафрагмы**», в котором имеется поле ввода «**Радиус закругления входной кромки, мм**». Справа от этого поля ввода имеется выпадающий список для выбора способа определения радиуса закругления входной кромки диафрагмы. Выберете строчку «**Измеряется**» и в поле «**Радиус закругления входной кромки, мм**» занесется значение 0,04 мм. Кроме того, в разделе «**Дополнительно для диафрагмы**» имеется еще один выпадающий список. Выберете элемент списка «**Текущее время эксплуатации, год**» и в поле ввода справа введите значение 0,495.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 84

Материал

- Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)
- Сталь 12X18Н9Т (12X17,08X17Т)
- Сталь 12X18Н12Т,12X18Н10Т(15X25Т)
- Сталь 08X18Н10Т
- Сталь 08X22Н6Т
- Сталь 37X12Н8Г8МФБ
- Сталь 31X19Н9МВБТ
- Сталь 06XН28МДТ
- Сталь 20Л

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Сужающее устройство» в поле ввода «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится диаметр отверстия диафрагмы при температуре 20°C, равный 84. В выпадающем списке ниже выбирается материал СУ. Выберите сталь марки 12X18Н9Т.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 150

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,01 Измеряется

Материал Сталь 20

Дополнительно для диафрагмы

Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

На вкладке «Трубопровод» в поле «Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм» вводится внутренний диаметр измерительного трубопровода при температуре, 20°C, равный 150. Справа от поля ввода «Эквивалентная шероховатость стенки, мм» в выпадающем списке выбирается строка «Измеряется» и в это поле ввода заносится среднее арифметическое отклонение профиля шероховатости измерительного трубопровода. В выпадающем списке «Материал» выбирается материал, из которого изготовлен трубопровод. Выберите сталь марки 20.

Расходомер ИСО Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Исходные данные Отчёт О программе Выход

Вид расчёта | Измеряемая среда | Технологические параметры

Диафрагма

Сужающее устройство Трубопровод

Способ отбора давления

- угловой
- фланцевый
- трёхрадиусный

Внутренний диаметр в стандартных условиях, мм 150

Эквивалентная шероховатость стенки, мм 0,01 Измеряется

Материал

- Сталь 20
- Сталь 30,35
- Сталь 40,45
- Сталь 10Г2
- Сталь 35Х
- Сталь 38ХА
- Сталь 40Х
- Сталь 15ХМ

Дополнительно для диафрагмы

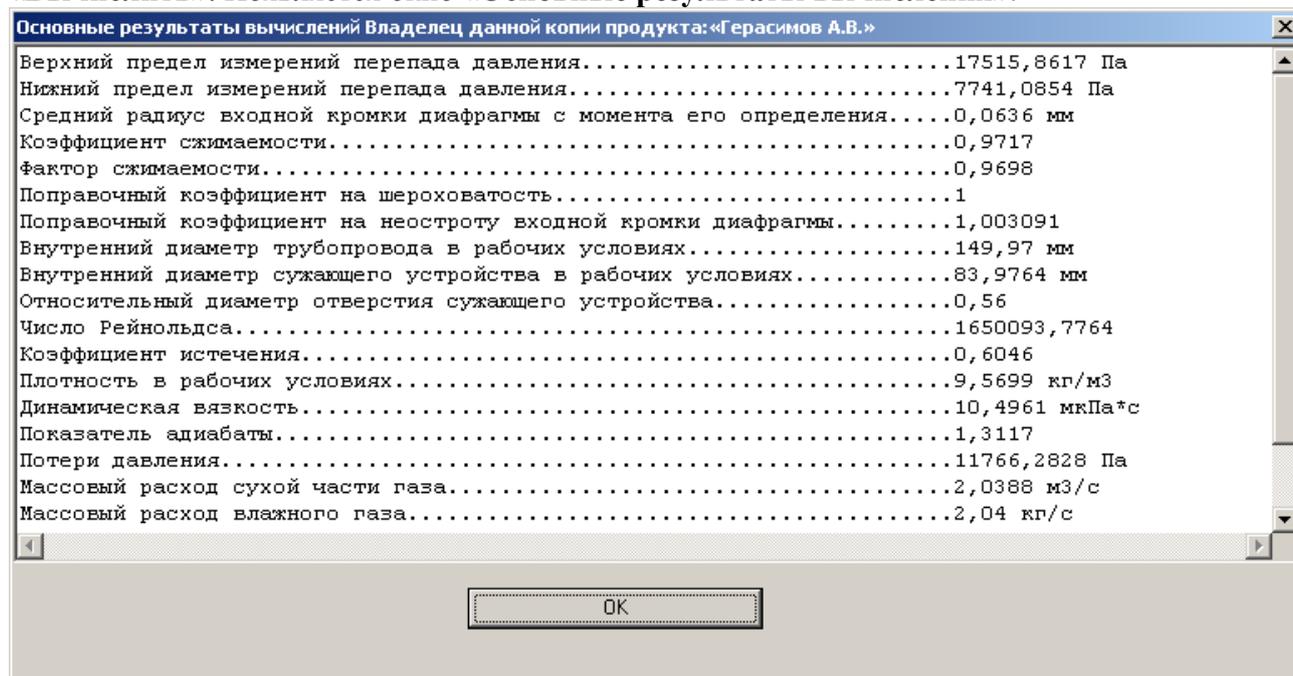
Радиус закругления входной кромки, мм 0,04 Измеряется

Текущее время эксплуатации, год 0,495

**Вычислить**

### 3. Результаты.

После того как введены все исходные данные, для вычисления СУ нажимается кнопка «Вычислить». Появляется окно «Основные результаты вычисления».



Для просмотра отчета в главном меню программы выбирается пункт меню «Отчет» > «Просмотр». Для вывода на печать выбирается пункт меню «Отчет» > «Печать» или в окне просмотра отчета нажимается кнопка «Print».

Полные данные расчета находятся в файле Пример7.

## Отчет по расчету верхнего предела дифманометра на программном комплексе «Расходомер ИСО»

Программный модуль по ГОСТ 8.586.1-5:2005  
 Программного комплекса "Расходомер ИСО", версии 1.31 от 05.02.08  
 (Разработчик: ООО «СТП», Казань)  
 Расчет № 3 от 08.06.2008 выполнен в соответствии с ГОСТ 8.586.(1-5)-2005  
 Владелец данной копии программы: «Герасимов А.В.»

Расчет верхнего предела дифманометра

### ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕРЯЕМОЙ СРЕДЫ

Измеряемая среда - Природный газ  
 молярные % компонентов Азот(N<sub>2</sub>).....1 %  
 Двуокись углерода(CO<sub>2</sub>).....0,2 %  
 Избыточное давление.....1200000 Па  
 Барометрическое давление.....100500 Па  
 \* Абсолютное давление.....1300500 Па  
 Температура.....2 град.С  
 \* Плотность в рабочих условиях.....9,56991 кг/м<sup>3</sup>  
 Плотность в стандартных условиях.....0,68 кг/м<sup>3</sup>  
 Относительная погрешность определения плотности в стандартных условиях  
 основная.....0,5 %  
 дополнительная.....0 %  
 \* Динамическая вязкость.....10,49608 мкПа\*с  
 \* Показатель адиабаты.....1,31174  
 Метод расчета коэффициента сжимаемости.....NX-19 мод.  
 \* Коэффициент сжимаемости.....0,9717  
 Относительная влажность.....1

### ХАРАКТЕРИСТИКА СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

Сужающее устройство: Диафрагма с угловым способом отбора давления  
 Диаметр сужающего устройства при 20град.С.....84 мм  
 \* Диаметр сужающего устройства в рабочих условиях.....83,976 мм  
 \* Относительный диаметр отверстия сужающего устройства в рабочих  
 условиях.....0,56  
 Материал сужающего устройства - Сталь 12Х18Н9Т (12Х17,08Х17Т)  
 Коэффициент линейного расширения материала сужающего  
 устройства.....1,739Е-5 1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала сужающего  
 устройства.....0,99972  
 Способ определения радиуса входной кромки диафрагмы.....Измеряется  
 Начальный радиус закругления входной кромки.....0,04 мм  
 Текущее время эксплуатации диафрагмы, в годах.....0,495  
 \* Радиус закругления входной кромки диафрагмы.....0,06358 мм  
 \* Поправочный коэффициент на неостроту входной кромки диафрагмы..1,0030

### ХАРАКТЕРИСТИКА ТРУБОПРОВОДА

Диаметр трубопровода при 20град.С.....150 мм  
 \* Диаметр трубопровода в рабочих условиях.....149,97 мм  
 Материал трубопровода - Сталь 20 Коэффициент линейного расширения материала  
 трубопровода..... $1,296 \cdot 10^{-5}$  1/град.С  
 \* Поправочный коэффициент на расширение материала трубопровода...0,9998  
 Эквивалентная шероховатость стенок трубопровода.....0,01 мм  
 \* Поправочный коэффициент на шероховатость трубопровода.....1  
 Способ определения шероховатости трубопровода.....Измеряется  
 Страница № 1 от 08.06.2008  
 Расчет верхнего предела дифманометра

#### КОМПЛЕКСНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РАСХОДОМЕРА

\* Верхний предел перепада давления.....17515,86 Па  
 \* Нижний предел перепада давления.....7741,09 Па  
 \* Коэффициент скорости входа.....1,05311  
 \* Число Рейнольдса.....1650094  
 \* Коэффициент расширения.....0,99604  
 \* Коэффициент истечения.....0,60458  
 \* Коэффициент расхода.....0,63669  
 \* Потери давления.....11766,28 Па  
 Заданный нижний предел измеряемого расхода.....2 м<sup>3</sup>/с  
 Заданный верхний предел измеряемого расхода.....3 м<sup>3</sup>/с  
 Расчет расхода (проверка) при верхнем пределе перепада давления:  
 \* Массовый расход сухой части газа.....2,03881 м<sup>3</sup>/с  
 \* Массовый расход влажного газа.....2,04 м<sup>3</sup>/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях сухой части  
 газа.....2,99826 м<sup>3</sup>/с  
 \* Объёмный расход в стандартных условиях влажного газа.....3  
 м<sup>3</sup>/с  
 Исполнитель: \_\_\_\_\_ Яценко И.А.  
 Поверитель: \_\_\_\_\_  
 Страница № 2 от 08.06.2008  
 Расчет верхнего предела дифманометра

## Дополнительные возможности

### Паспорт

Формирование паспорта измерительного комплекса возможно лишь в случае выполнения вида расчета «Расчет расхода»- «Проверить на соответствие ГОСТ» - «Выполнить расчет неопределенностей».

После установки соответствующих переключателей и флажков в пункте «Отчет» основного меню программы появится вкладка «Паспорт».

При открытии вкладки «Паспорт» появится окно «Данные паспорта измерительного комплекса» рис. 1.

Данные для паспорта измерительного комплекса

Количество измерительных трубопроводов

Внутренний диаметр измерительного трубопровода после сужающего устройства, мм

Узел крепления диафрагмы

Номер измерительного трубопровода, в котором установлено сужающее устройство

**Сведения о средствах измерений**

№	Наименование СИ	Номер	Предел измерений	Периодичность поверки, мес.	Класс точности или погрешность(неопределенность), %
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Рис. 1. Окно «Данные паспорта измерительного комплекса». Общий вид

В верхней части окна в соответствующие поля ввода заносятся:

- Количество измерительных трубопроводов
- Внутренний диаметр измерительного трубопровода после сужающего устройства, мм
- Узел крепления диафрагмы: «камерный» или «бескамерный» (выбирается из выпадающего списка) рис. 2
- Номер измерительного трубопровода, в котором установлено сужающее устройство
- Расположение точки отбора пробы на хроматограф: «нет точки отбора», «точка отбора пробы расположена после СУ», «точка отбора пробы расположена перед СУ»

**Данные для паспорта измерительного комплекса**

Количество измерительных трубопроводов

Внутренний диаметр измерительного трубопровода после сужающего устройства, мм

Узел крепления диафрагмы

Номер измерительного трубопровода, в котором установлено сужающее устройство

**Сведения о средствах измерений**

№	Наименование СИ	Номер	Предел измерений	Периодичность поверки, мес.	Класс точности или погрешность(неопределенность), %
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Рис. 2. Окно «Данные паспорта измерительного комплекса». Выпадающий список «Узел крепления диафрагмы»

Данные для паспорта измерительного комплекса

Количество измерительных трубопроводов

Внутренний диаметр измерительного трубопровода после сужающего устройства, мм

Узел крепления диафрагмы

Номер измерительного трубопровода, в котором установлено сужающее устройство

Нет точки отбора пробы  
 Нет точки отбора пробы  
 Точка отбора пробы расположена после СУ  
 Точка отбора пробы расположена перед СУ

**СВЕДЕНИЯ**

№	Наименование СИ	Номер	Предел измерений	Периодичность поверки, мес.	Класс точности или погрешность(неопределенность), %
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Показать паспорт

Рис. 3. Окно «Данные паспорта измерительного комплекса». Выпадающий список «Расположение точки отбора пробы»

Ниже располагается таблица «Сведения о средствах измерений» в которую заносятся: «Наименование СИ», «Номер СИ», «Предел измерений», «Периодичность проверки, мес.», «Класс точности или погрешность(неопределенность), %» рис. 3.

Для формирования паспорта необходимо нажать кнопку «Показать паспорт».

В появившемся окне предварительного просмотра появится первая страница паспорта измерительного комплекса рис. 4.

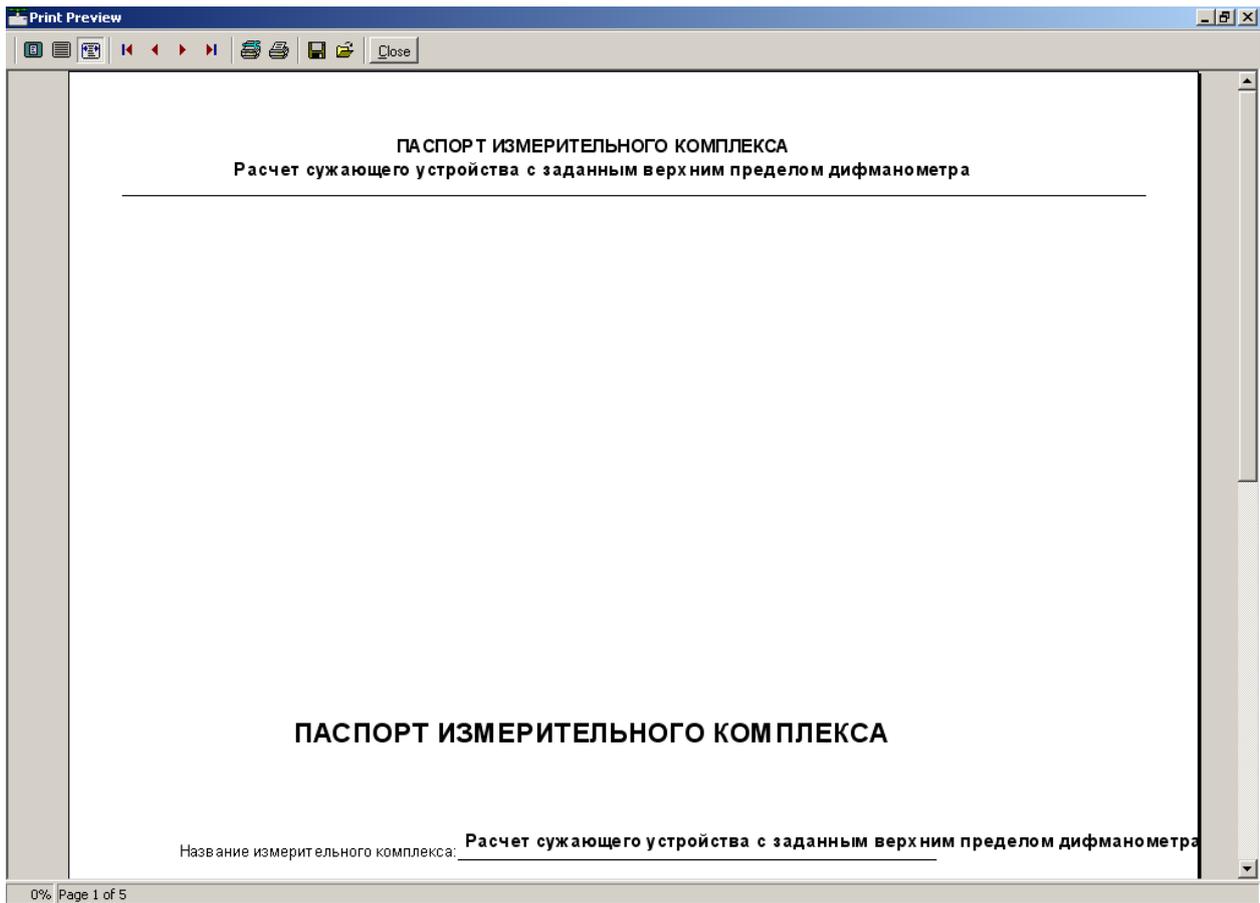


Рис. 4. Окно предварительного просмотра паспорта измерительного комплекса

В верхней части окна расположены кнопки масштабирования: «Zoom to fit» - уменьшить, «100 %», «Zoom to width» - увеличить, кнопки перехода по страницам, «Printer Setup» - настройки принтера, «Print» - печать, «Save report» - сохранение паспорта в файл, «Load Report» - загрузка паспорта из файла, «Close» - закрыть окно просмотра.

## Загрузка и сохранение данных

Пункт главного меню «Исходные данные» рис.5 позволяет выполнять следующие действия с данными»:

- «сохранить» - сохранить данные в файл
- «загрузить» - загрузить данные из файла
- «очистить окна вывода» - очистить поля для ввода исходных данных

По умолчанию при запуске программы в поля ввода заносятся исходные данные последнего расчета.

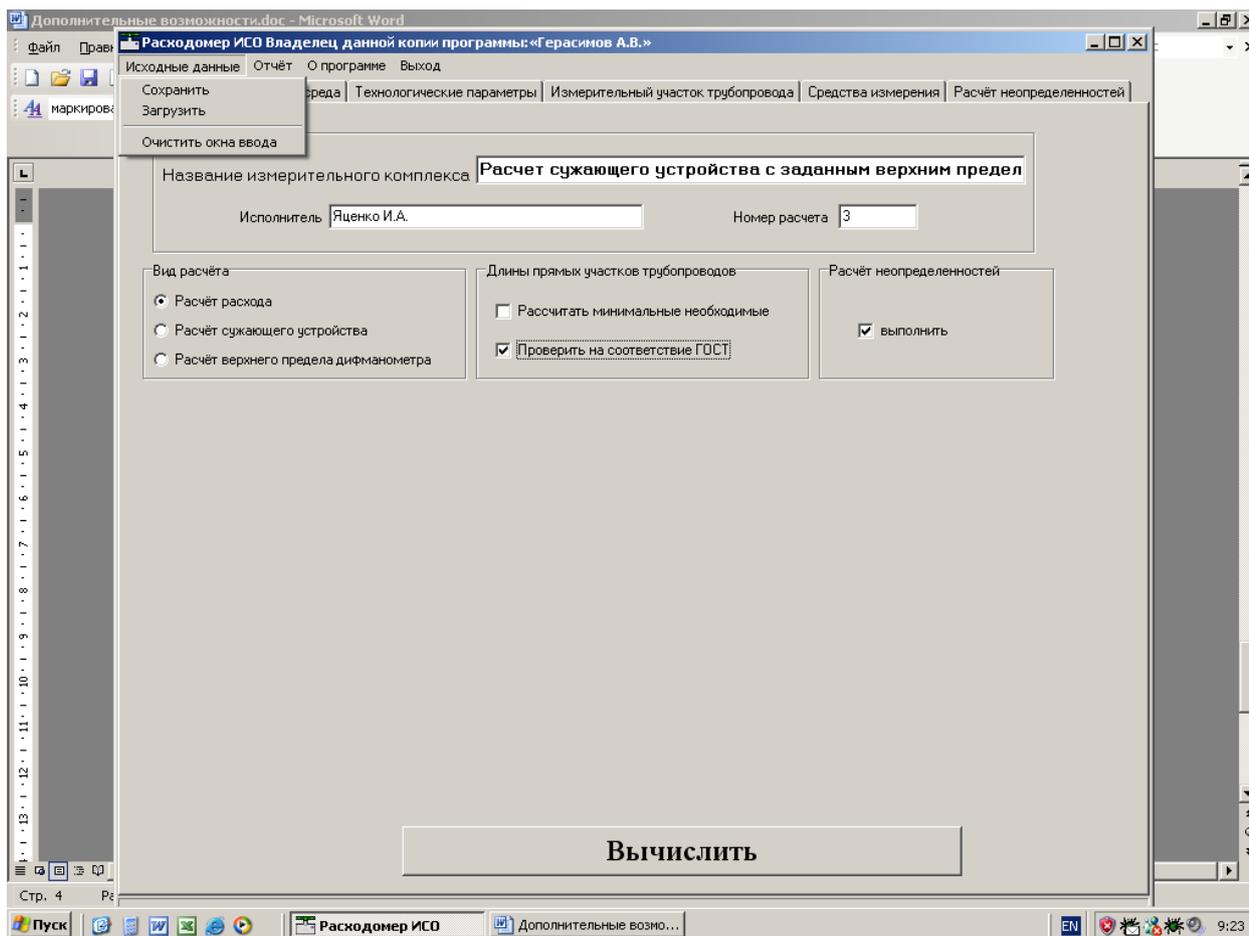


Рис. 5. Пункт основного меню «Исходные данные».

## Печать отчета

Пункт главного меню «Отчет»-«Просмотр» выводит на экран окно предварительного просмотра отчета рис. 6.

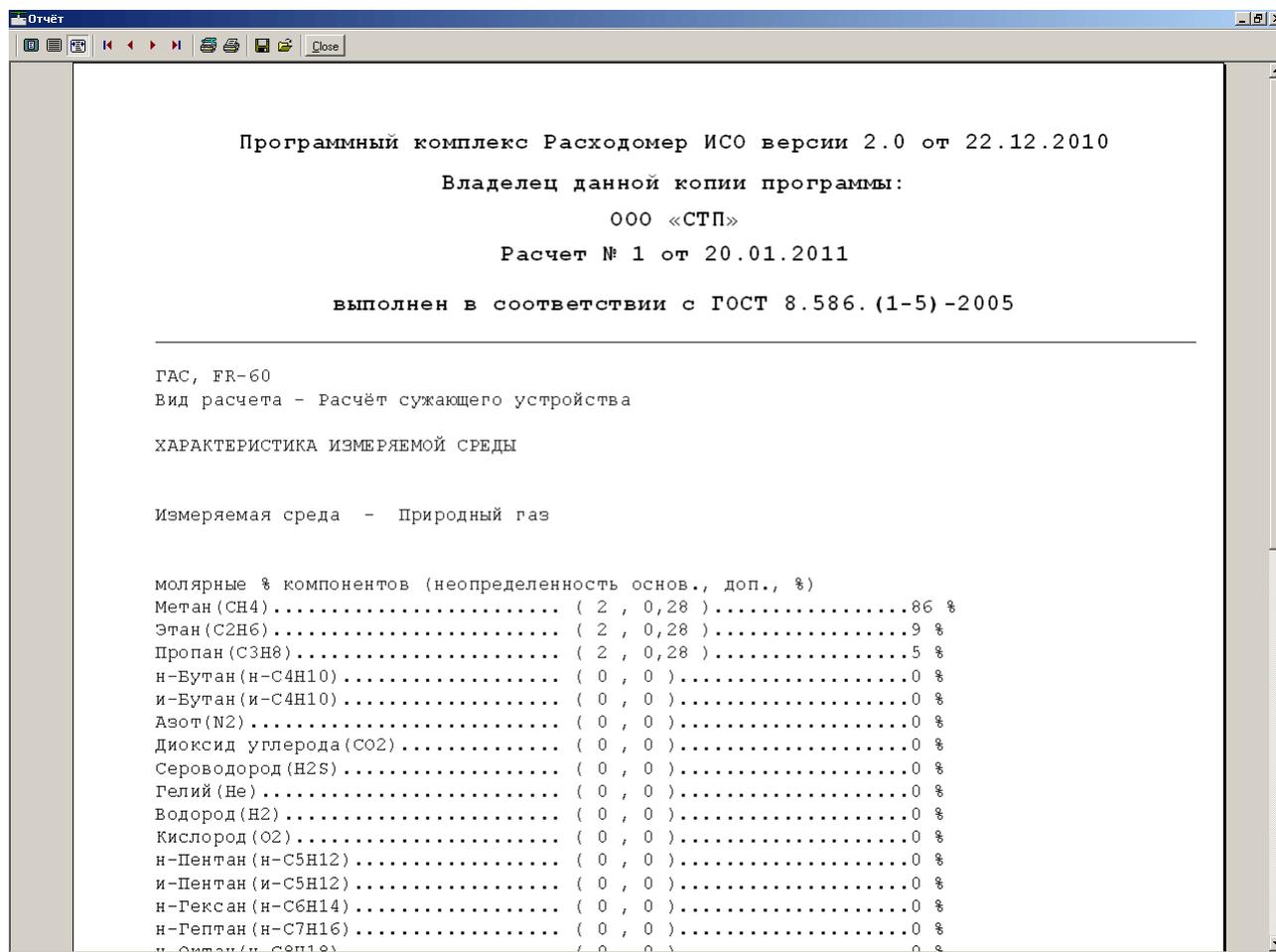


Рис. 6. Окно предварительного просмотра отчета

Пункт главного меню «Отчет»-«Печать» выводит отчет на печать.

Пункт главного меню «Отчет»-«Опросный лист» выводит на экран окно предварительного просмотра опросного листа для заполнения полей ввода исходных данных для расчета рис. 7.

**ОПРОСНЫЙ ЛИСТ**  
по проведению расчетов расхода  
в соответствии с ГОСТ 8.586. (1-5)-2005

---

Название измерительного комплекса \_\_\_\_\_  
 Наименование измеряемой среды \_\_\_\_\_  
 Агрегатное состояние вещества \_\_\_\_\_  
 Метод определения коэффициента сжимаемости (для природного газа) \_\_\_\_\_  
 Плотность в стандартных условиях (для природного газа (NX-19, GERG-91), при необходимости)  
 min значение \_\_\_\_\_ max значение \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>  
 Относ. станд. неопределенность (относ. погр-ть) определения плотности в стандартных  
 условиях (нужное подчеркнуть) основная: \_\_\_\_\_ % доп.: \_\_\_\_\_ %  
 Мольные доли азота (N<sub>2</sub>) (для природного газа (NX-19, GERG-91))  
 min значение \_\_\_\_\_ max значение \_\_\_\_\_ %  
 Относ. станд. неопределенность (относ. погр-ть) определения концентрации  
 азота (нужное подчеркнуть) основная: \_\_\_\_\_ % доп.: \_\_\_\_\_ %  
 Мольные доли диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) (для природного газа (NX-19, GERG-91))  
 min значение \_\_\_\_\_ max значение \_\_\_\_\_ %  
 Относ. станд. неопределенность (относ. погр-ть) определения концентрации  
 диоксида углерода (нужное подчеркнуть) основная: \_\_\_\_\_ % доп.: \_\_\_\_\_ %  
 Полный компонентный состав смеси газов (при наличии) \_\_\_\_\_ %  
 Относ. станд. неопределенность (относ. погр-ть) определения концентрации  
 компонентов (нужное подчеркнуть) основная (доп.): \_\_\_\_\_ % (%)  
 Относительная влажность (для влажного газа)  
 min значение \_\_\_\_\_ max значение \_\_\_\_\_ %  
 Степень сухости насыщенного водяного пара  
 min значение \_\_\_\_\_ max значение \_\_\_\_\_ кг/кг  
 Избыточное давление \_\_\_\_\_  
 min значения \_\_\_\_\_ max значения \_\_\_\_\_ ал. изм

0% Page 1 of 4

Рис. 7. Окно предварительного просмотра опросного листа

## О программе

Пункт основного меню «О программе» рис. 8 выводит на экран версию программы, данные о разработчике, контактную информацию.

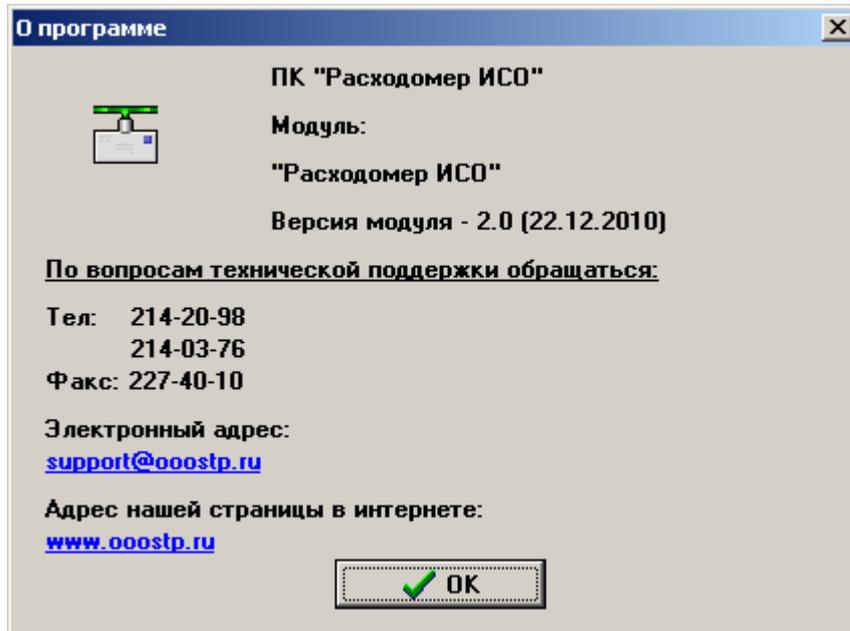


Рис. 8. Вид окна «О программе».