ГОССТАНДАРТ РОССИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений.

Расход и количество жидкостей и газов.

Методика определения допускаемого диапазона измерений и метрологических характеристик измерительных комплексов с сужающими устройствами

МИ 2634-2001

Москва
2001 г.

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАНА Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС) Госстандарта России

Исполнители: Беляев Б.М., к.т.н.;
Патрикеев В.Г., д.т.н.(рук.темы);
Шенброт И.М., д.т.н ;
Шаронов А.М., инж.

УТВЕРЖДЕНА ВНИИМС 2001 г.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 2001 г.

ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ВНИИМС

Группа 86.3

Государственная система обеспечения единства измерений. Расход и количество жидкостей и газов. Методика определения допускаемого диапазона измерений и метрологических характеристик измерительных комплексов с сужающими устройствами	МИ 2634- 2001

Настоящая рекомендация в дополнение к ГОСТ 8.563.1/3-97 и МИ 2588-2000 устанавливает методику определения допускаемого диапазона измерений расхода и количества жидкостей и газов и метрологических характеристик (относительной и абсолютной погрешностей) измерительных комплексов со стандартными сужающими устройствами (ИК).

Метрологические характеристики ИК, установленные в настоящей рекомендации, характеризуют ИК на межповерочный интервал.

При сведении балансов с использованием вычислителей по МИ 2578-2000 необходима информация о значениях погрешности ИК в реальном времени. Эти данные включают в паспорт на узел учета в табличной форме. Настоящая рекомендация позволяет использовать значения абсолютных погрешностей в зависимости от значения перепада давления в течение отчетного периода (сутки, месяц , квартал и т.д.) и определяет как величину, так и погрешность измерений количества жидкостей и газов за отчетный период, что позволяет сводить балансы в реальном масштабе времени.

Алгоритмы функционирования вычислителей предусматривают использование паспортных данных по абсолютной погрешности ИК.

1. Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы :

ГОСТ 8.563.1-97.ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Диафрагмы, сопла ИСА 1932 и трубы Вентури, установленные в заполненных трубопроводов круглого сечения. Технические условия.

ГОСТ 8.563.2-97.ГСИ. Измерение расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления. Методика выполнения измерений с помощью сужающих устройств.

ПР 50.2.022-99.ГСИ. Порядок осуществления Государственного метрологического контроля и надзора за применением и состоянием измерительных комплексов с сужающими устройствами.

МИ 2578-2000 ГСИ. Методика выполнения измерений количества природного газа в Московской области измерительными комплексами на базе сужающих устройств с регистрацией результатов измерений на диаграммах самопишущих приборов и использования этих результатов при распределении небаланса между поставщиком и потребителями.

МИ 2588-2000. ГСИ. Методика выполнения измерений с помощью измерительных комплексов с сужающими устройствами для значения эквивалентной шероховатости измерительных трубопроводов $R_{ш}*10^{4}/D$ свыше 30.

2. Условные обозначения и термины

Определение терминов, применяемых в данной рекомендации, с учетом РМГ29-99:

Погрешность средств измерений – разность между показанием средств измерений и действительным значением измеряемой величины.

Абсолютная погрешность Δ_x– погрешность средств измерений, выраженная в единицах измеряемой величины x.

Относительная погрешность δ_x– погрешность средств измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений.

Приведенная погрешность γ_x,% - относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений.

Условно принятое значение величины называют нормирующим значением. За нормирующее значение принимают верхний предел измерения (для расхода $q_в$) или допускаемый диапазон изменения измеряемой величины (для расхода Nq).

Предел допускаемой погрешности - наибольшее значение погрешности средств измерений, установленное нормативным документом для данного типа средств измерений, при котором его признают годным к применению.

Допускаемый диапазон измерений – диапазон измерений, в котором допускаемая погрешность не превышает установленного предела (по модулю).

3. Средства измерений и вспомогательные устройства

3.1. Общие требования к средствам измерений

Измерения расхода и количества жидкостей и газов выполняют с помощью ИК, в состав которых входят основные узлы, перечисленные в разделе 1 ГОСТ 8.563.2-97 и разделе 3 МИ 2588-2000.

3.2. Сужающие устройства

3.2.1. Конструкция диафрагм соответствует требованиям п.8.1 ГОСТ 8.563.1-97, сопел ИСА 1932- пп. 9.1, 9.2, 9.3 и 9.4 ГОСТ 8.563.1-97.

3.2.2. Конструкция камер отбора давлений и выполнение отверстий для отбора давлений соответствуют требованиям п.8.2 ГОСТ 8.563.1-97 для диафрагм и п.9.5 ГОСТ 8.563.1-97 для сопел ИСА 1932.

Измерения внутреннего диаметра диафрагмы и горловины сопло ИСА 1932 выполняют в соответствии с требованиями п.8.1.7 и п.9.2.5 ГОСТ 8.563.1-97.

3.2.3. Сужающие устройства устанавливают в трубопровод в соответствии с требованиями раздела 7 ГОСТ 8.563.1-97.

3.3. Измерительный трубопровод

3.3.1. Измерительный трубопровод соответствует требованиям п. 7.5 ГОСТ 8.563.1-97.

3.3.2. Измерения внутреннего диаметра выполняют в соответствии с требованиями п.7.5.1.2. ГОСТ 8.563.1-97.

3.4. Средства измерений параметров потока

Требования к характеристикам средств измерений параметров потока, их монтажу и эксплуатации соответствуют разделам 4 и 6 ГОСТ 8.563.2-97.

4. Метод измерений расхода и количества однофазных сред

4.1. Метод измерений расхода и количества жидкостей и газов с помощью ИК изложен в разделе 5 ГОСТ 8.563.1-97 и разделах 6 и 7 МИ 2588-2000.

4.2. Уравнения для вычисления расхода жидкостей и газов представлены в п.5.1 ГОСТ 8.563.2-97 и п.6 МИ 2588-2000, уравнения для расчета количества среды приведены в п.5.2 ГОСТ 8.563.2-97 и в п.7 МИ 2588-2000.

4.3. В разделе 5 настоящей рекомендации изложены алгоритмы вычисления допускаемых диапазонов измерений. При этом учтены следующие положения:

4.3.1. Уравнения для вычисления коэффициента истечения, поправочных коэффициентов на влияние шероховатости и притупления входной кромки диафрагмы используют в виде, изложенном в разделе 5.2 ГОСТ 8.563.1-97 и разделе 4 МИ 2588-2000, а порядок вычисления погрешности измерений расхода и количества однофазных сред изложен в разделе 9 ГОСТ 8.563.2-97 и разделе 8 МИ 2588-2000.

4.3.2. Значения плотности (в рабочих (ρ) или стандартных (ρ_c) условиях), коэффициент динамической вязкости (μ) и показатель адиабаты (κ), определяют по методикам, установленным в ГОСТ 30319.0..3-96 , по данным Государственной службы стандартных справочных данных (ГСССД) или на основании данных лабораторных анализов, выполненных в соответствии с действующими нормативными документами.

4.3.3. Измерения расхода и суточного количества проводят на основании данных информационных каналов по средним значениям за период осреднения (τ) по разности давления на сужающем устройстве (Δp), по абсолютному давлению на входе в сужающее устройство (p) и по температуре среды (t), которые поступают на вход вычислителя в реальном масштабе времени или находятся по планиметрическим числам и по методикам, установленным в п. 5.2.3 и приложении Г ГОСТ 8.563.2-97.

4.3.4. Перед измерениями разрабатывают комплект технической документации на ИК в соответствии с ПР 50.2.022-97. При этом определяют допускаемый диапазон измерений.

4.3.5. При разработке комплекта технической документации на ИК следует учитывать возможность последовательной установки двух

дифманометров или параллельной установки двух дифманометров при одновременном использовании углового и трехрадиусного способа отбора разности давлений на сужающем устройстве, установленных в ГОСТ 8.563.1-97.

5. Порядок определения допускаемого диапазона измерений расхода с помощью измерительных комплексов с сужающими устройствами

5.1. Перед определением допускаемого диапазона измерений необходимо выбрать один из критериев, на основании которых задают нижнюю границу допускаемого диапазона измерений. Нижнюю границу определяют по равенству максимального значения абсолютной погрешности и предела допустимого значения в допускаемом диапазоне измерений

Допускаемое значение абсолютной погрешности в диапазоне измерения может быть получено, исходя из четырех различных подходов:

5.1.1 Допускаемое значение на нижней границе диапазона измерений задают систематической составляющей допускаемой относительной погрешности измерений расхода $(\delta q)_{доп}$, которую назначают, исходя либо из норм точности, либо из иных соображений.

5.1.2. Допускаемое значение нижней границы диапазона измерений задают систематической составляющей абсолютной погрешности $(\Delta q_н)_{доп}$, равной систематической составляющей абсолютной погрешности при верхнем пределе измерений $\Delta q_в$.

$$(\Delta q_н)_{доп} = \Delta q_в \qquad (1)$$

5.1.3. Допускаемое значение нижней границы диапазона измерений задают систематической составляющей допускаемой приведенной погрешности, отнесенной к верхнему пределу измерений расхода $(\gamma q_в)_{доп}$, которую назначают, исходя либо из норм точности, либо из иных соображений.

При использовании этого критерия нижнее значение систематической составляющей абсолютной погрешности расхода $(\Delta q_н)_{доп}$ вычисляют по допускаемой приведенной погрешности по формуле

$$(\Delta q_н)_{доп} = (\gamma q_в)_{доп}\, q_в /100. \qquad (2)$$

5.1.4. Допускаемое значение нижней границы диапазона измерений задают величиной систематической составляющей приведенной допускаемой погрешности измерений расхода, отнесенной к диапазону измерений расхода $(\gamma q_N)_{доп}$, которую назначают, исходя из норм точности или иных соображений

При использовании этого критерия нижнее значение систематической составляющей абсолютной погрешности измерения расхода $(\Delta q_н)_{доп}$ вычисляют из допускаемой приведенной погрешности по формуле

$$(\Delta q_н)_{доп} = (\gamma q_N)_{доп}\,(1\text{-}0{,}01{*}N_{qн})\, q_в /100, \qquad (3)$$

где $N_{qн} = q_н /q_в$ – нижнее значение относительного расхода.

5.1.5. Абсолютная погрешность измерений количества связана с абсолютной погрешностью измерений расхода соотношениями по ГОСТ 8.563.2-97. При этом учитывают, что из абсолютной погрешности измерений расхода исключают ее случайную составляющую.

При выполнении расчетов метрологических характеристик ИК с промышленными преобразователями и с использованием такой их характеристики как "класс точности" всю погрешность принимают равной систематической .

Разделение погрешности на систематическую и случайную проводят при градуировке.

5.2. Порядок расчета технических и метрологических характеристик ИК в зависимости от выбранного критерия следующий:

5.2.1. По заданному диапазону изменения параметров ИК, при котором его эксплуатируют в течение межповерочного интервала (максимальные и минимальные значения температуры, абсолютного давления, плотности в стандартных условия, компонентного состава среды и др.) выполняют расчеты верхнего и нижнего значения расхода в диапазоне изменения перепадов давления от верхнего предела измерений дифманометра до значения разности давлений, соответствующего минимальному допускаемому числу Рейнольдса для данного типа сужающего устройства и данного типа отбора разности давлений.

5.2.2. При этом выполняют расчеты систематической составляющей относительной $(\delta x_i)_{min} \div (\delta x_i)_{max}$ и абсолютной $(\Delta x_i)_{min} \div (\Delta x_i)_{max}$ погрешностей измерений параметра x (расхода q, количества массы m или объема V) и перепада давления на сужающем устройстве Δp_i при каждом i-ом значении разности давлений.

5.2.3. В зависимости от выбранного критерия отмечают границу допускаемого значения нижнего предела измерения расхода.

При использовании двух дифманометров верхний предел измерений второго дифманометра выбирают как минимальный верхний предел измерений в диапазоне измерений с одним дифманометром.

5.2.4. В паспорт заносят окончательные результаты расчета технических и метрологических характеристик ИК с одним или двумя дифманометрами, установленными последовательно.

В качестве погрешности ИК принимают максимальные значения относительной и абсолютной погрешностей при всех возможных сочетаниях параметров в соответствии с п.5.1.1.3 ПР 50.2.022-99.

5.2.5. При установке двух дифманометров параллельно разрабатывают два комплекта технической документации и две таблицы технических и метрологических характеристик, сформированных отдельно для каждого канала с угловым и трехрадиусным отбором перепада давления на одном сужающем устройстве, но при возможных двух различных значениях внутреннего диаметра измерительного трубопровода, лежащих в допускаемых пределах 0,3%.

Результирующую техническую и метрологическую характеристики ИК формируют из условия равенства массовых расходов в обоих каналах.

Оценкой значения расхода и количества при одновременных его измерениях по каналу с угловым и трехрадиусным отборами перепада давления принимают среднее арифметическое значение.

Оценку погрешности среднего арифметического значения расхода или количества принимают с учетом уменьшения относительной погрешности ИК в $(2)^{0,5} \approx 1,4$ раза, так как в этом случае систематическая погрешность преобразуется в случайную, благодаря использованию двух измерительных каналов на одном сужающем устройстве.

5.3. Примеры расчета технической и метрологической характеристик ИК с одним и двумя дифманометрами приведены в таблицах 2, 3, 4, 5, 6 и 7 приложения. Исходные данные для расчета приведены в таблице 1 приложения.

В таблице 2 и 3 приведены технические и метрологические характеристики, соответствующие условиям эксплуатации при параметрах, обеспечивающих минимальное и максимальное значение расходов. Здесь указаны границы допускаемых диапазонов измерений, определенных по различным критериям.

Таблица 4 содержит паспортные технические и метрологические характеристики, полученные при максимальной погрешности измерений в соответствии с ПР 50.2.022-99. Здесь указаны границы допускаемых диапазонов измерений, определенных для двух дифманометров, соединенных последовательно с угловым отбором перепада давления и критерием, рекомендованным в п.5.1.3 настоящей рекомендации.

Таблица 5 содержит технические и метрологические характеристики с допускаемым диапазоном измерений при одном дифманометре, полученные по критерию, рекомендованному в п. 5.1.3 настоящей рекомендации и соответствующему ПР 50.2.022-99.

Таблица 6 содержит технические и метрологические характеристики с допускаемым диапазоном измерений при одном дифманометре, полученные по критерию, изложенному в п. 5.1.4 настоящей рекомендации.

Таблица 7 содержит технические и метрологические характеристики с допускаемым диапазоном измерений при двух дифманометрах, расположенных параллельно при условии, что внутренние диаметры измерительного трубопровода при трехрадиусном и угловом отборах равны.

Приложение

Таблица 1

Диапазоны изменения параметров ИК за межповерочный интервал

Параметр	Параметры, приводящие к минимальному расходу	Параметры, приводящие к максимальному расходу
Рабочая среда	Природный газ	Природный газ
Состав рабочей среды, (относительная погрешность,%) метан	98,79 (2,1)	97,79 (2,1)
Этан	0,14 (4,3)	0,14 (4,3)
пропан	0,05 (4,6)	0,05 (4,6)
н-бутан	0,04 (4,6)	0,04 (4,6)
азот	0,94 (3,6)	0,94 (3,6)
диоксид углерода	0,04 (8,8)	1,04 (8,8)
Абсолютное давление, P_a, Па	400000	500000
Температура, t, град С.	14	10
Расчетные параметры в рабочих условиях, (относительная погрешность,%) по ГОСТ30319-96·		
плотность,ρ, кг/м^3	2,73887 (2,67)	3,54110 (2,48)
динамическая вязкость,μ, мкПа/с	10,847 (5,03)	10,726 (5,03)
показатель адиабаты, κ	1,3 (2,61)	1,3 (2,61)
Плотность в стандартных условиях, ρ_c, кг/м^3	0,675442 (1,81)	0,687107 (1,81)
Внутренний диаметр диафрагмы, (материал-ст12Х18Н10Т) d_{20}, мм	98,562	98,562
Внутренний диаметр измерительного трубопровода(материал ст35),D_{20},мм	200	200
Межповерочный интервал,$\tau_{пп}$, год	1	1
Эквивалентная шероховатость внутренней поверхности измерительного трубопровода, $R_ш$, мм	0,52	0.52

Способ отбора перепада давления	Угловой	Угловой
Погрешность информационных каналов:		
Разности давлений: дифманометр с классом точности,%	0,5	0,5
Вторичный прибор с учетом погрешности регистрации, %	1	1
Абсолютное давление: манометр избыточного давления с классом точности, %	0,5	0,5
Вторичный прибор с учетом погрешности регистрации, %	1	1
Температура: термометр сопротивления с классом точности	В	В
Вторичный прибор с учетом погрешности регистрации,%	1	1

Таблица 2

Технические и метрологические характеристики ИК при параметрах, соответствующих минимальному расходу

Перепад давления, Па	Расход, $м^3$/ч в стандартных условиях	Относительный расход, %	Предел абсолютной погрешности при одном ДМ, $м^3$ ст усл	Предел относительной погрешности при одном ДМ,%	Предел абсолютной погрешности при двух ДМ, $м^3$ в ст усл	Предел относительной погрешности при двух ДМ,%
#1 1000	1883,42	100	35,18	1,868	35,18	1,868
800	1685,16	89,47	32,25	1,914	32,25	1,914
650	1519,43	80,67	30,04	1,977	30,04	1,977
500	1333,12	70,78	28,02	2,101	28,02	2,101
400	1192,75	63,33	26,97	2,261	26,97	2,261
350	1115,93	59,25	26,67	2,389	26,67	2,389
250	943,59	50,10	26,94	2,855	26,94	2,855
#2 160	755,41	40,11	29,60	3,918	14,04	1,859
150	731,50	38,84	30,19	4,127	13,68	1,870
100	597,72	31,74	35,05	5,864	11,86	1,983
50	423,31	22,48	47,92	11,32	10,64	2,514
20	268,49	14,26	75,19	28,01	12,91	4,807
12,7	214,34	11,38	94,42	44,05		
10	190,40	10,11	106,5	55,93	17,36	9,116
5	135,15	7,18	151,1	111,8	24,29	17,98
2,5	96,04	5,099	214,8	223,6	34,40	35,82

Примечание. Допускаемое значение абсолютной погрешности объема за 1 час при заданной приведенной погрешности в 5% равно $0,05*q_{max}*1= 0,05*1883,42*1=94,42$ $м^3$.

Таблица 3

Технические и метрологические характеристики ИК при параметрах, соответствующих максимальному расходу

Перепад давления, Па	Расход, $м^3$/ч в стандартных условиях	Относительный расход, %	Предел абсолютной погрешности при одном ДМ, $м^3$ ст.усл.	Предел относительной погрешности при одном ДМ,%	Предел абсолютной погрешности при двух ДМ, $м^3$ в ст.усл.	Предел относительной погрешности при двух ДМ,%
#1 1000	2104,88	100	37,94	1,803	37,94	1,868
800	1883,20	89,468	34,84	1,850	34,84	1,914
650	1697,93	80,666	32,53	1,916	32,53	1,977
500	1489,65	70,771	30,44	2,043	30,44	2,101
400	1332,75	63,317	29,43	2,208	29,43	2,261
350	1246,87	59,237	29,16	2,339	29,16	2,389
250	1054,25	50,086	29,66	2,813	29,66	2,855
#2 160	843,93	40,094	32,81	3,887	15,14	1,859
150	817,21	38,825	33,49	4,098	14,75	1,870
100	667,70	31,721	39,02	5,843	12,83	1,983
50	472,79	22,462	53,47	11,31	11,66	2,514
20	299,77	14,242	83,94	28,00	14,33	4,807
12,7	239,27	11,367	105,4	44,05		
10	212,53	10,097	118,9	55,93	19,35	9,116
5	150,80	7,164	168,6	111,8	27,10	17,98
2,5	107,08	5,087	239,4	223,6	38,35	35,81

Примечание. Допускаемое значение абсолютной погрешности объема за 1 час при заданной приведенной погрешности в 5% равно $0,05*q_{max}*1=0,05*2104,88*1=105,4$ $м^3$.

Таблица 4

Паспортные технические и метрологические характеристики ИК по ПР 50.2.022-99 при максимальной погрешности и при использовании критерия п.5.1.3

Перепад давления, Па	Расход, $м^3$/ч в стандартных условиях	Средний относительный расход, %	Предел абсолютной погрешности при двух ДМ, $м^3$ в ст.усл.	Предел относительной погрешности при двух ДМ,%
#1 1000	1883,4.....2104,9	100	37,9	1,87
800	1685,2.....1883,2	89,5	34,8	1,91
650	1519,4.....1697,9	80,7	32,5	1,98
500	1333,1.....1489,7	70,8	30,4	2,10
350	1115,9.....1246,9	59,2	29,2	2,39
250	943,6.... 1054,3	50,1	29,7	2,86
# 2 160	755,4. 843,9	40,2	15,1	1,86
100	597,7.....667,7	31,7	12,8	1,98
50	423,3... 472,8	22,5	11,7	2,51
20	268,5... 299,8	14,3	14,3	4,81
10	190,4..... . . 212,5	10,1	19,4	9,12
5,0	135,2.....150,8	6,4	27,1	18,0
> 2,5	96,04.....107,1	5,1	38,4	35,8
♠ 2,223	92,19.....101,9	4,8	40,7	40,3

Примечание # - символ верхнего предела измерений дифманометра; > - нижняя граница диапазоне измерений расхода; ♠ - граница, где число Рейнольдса достигает минимального допускаемого значения.

Таблица 5

Паспортные технические и метрологические характеристики ИК по ПР 50.2.022-99 при максимальной погрешности и при использовании критерия п.5.1.3

Перепад давления, Па	Расход, $м^3$/ч в стандартных условиях	Средний относительный расход, %	Предел абсолютной погрешности при одном ДМ, $м^3$ ст.усл.	Предел относительной погрешности при одном ДМ,%	Предел относительной погрешности ДМ,%
1000	1883,2....2104,9	100	37,9	1,87	1,118
800	1685,2....1883,2	89,5	34,8	1,91	1,398
650	1519,4... 1697,9	80,7	32,5	1,98	1,720
500	1333,1 ...1489,7	70,8	30,4	2,10	2,236
350	1115,8....1246,9	59,2	29,2	2,39	3,194
250	943,6.. ...1054,3	50,1	29,7	2,86	4,472
150	731,5.....817,2	40,2	33,5	4,13	7,453
100	597,7.....667,7	31,7	39,0	5,86	11,18
50	423,3.....472,8	31,5	53,5	11,3	22,36
20	268,5.....299,8	22,5	83,9	28,0	55,90
12,7	214,3... ..239,3	11,4	105,4	44,1	88,04

Таблица 6

Паспортные технические и метрологические характеристики ИК при максимальной погрешности и при использовании критерия п.5.1.4

Перепад давления, Па	Расход, $м^3$/ч в стандартных условиях	Средний относительный расход, %	Предел абсолютной погрешности при одном ДМ, $м^3$ ст.усл.	Предел относительной погрешности при одном ДМ,%	Предел относительной погрешности ДМ,%
#1 1000	1883,2 ... .2104,9	100	37,9	1,87	1,118
800	1685,2.....1883,2	89,5	34,8	1,91	1,398
650	1519,4..... .1697,9	80,7	32,5	1,98	1,720
500	1333,1.... . 1489,7	70,8	30,4	2,10	2,236
350	1115,8... ...1246,9	59,2	29,2	2,39	3,194
250	943,6.... ... 1054,3	50,1	29,7	2,86	4,472
150	731,5.. 817,2	40,2	33,5	4,13	7,453
100	597,7.....667,7	31,7	39,0	5,86	11,18
50	423,3..... ..472,8	31,5	53,5	11,3	22,36
20	268,5. 299,8	22,5	83,9	28,0	55,90
16,9	247,0 275,7	13,1	91,3	33,1	66,16

Примечание. При параметрах, соответствующих минимальному объему за 1час, имеем

ΔV=81,81 $м^3$, δ_q = 33,12%, $N_{qн}$ =13,11, q_{max} =1883,42, γ_{qN} =4,999% , а при параметрах, соответствующих максимальному расходу, имеем Δ V=91,32 $м^3$, δ_q = 33,12%,

$N_{qн}$ =13,1, q_{max} =2104,88, γ_{qN} =4,992%

Таблица 7

Паспортные технической и метрологические характеристики ИК при максимальной погрешности и при использовании двух измерительных каналов с угловым и трехрадиусным отборами перепада давления и двумя одинаковыми дифманометрами, установленными параллельно, согласно п.5.2.6

Перепад давления, Па при угловом отборе $\Delta p_{угл}$	Расход, $м^3/ч$ в стандартных условиях	Средний относительный расход, %	Перепад давления, Па при трехрадиусном отборе $\Delta p_{трехрад.}$	Предел максимальной относительной погрешности при двух параллельных ДМ, %	Предел максимальной абсолютной погрешности при двух двух параллельных ДМ, $м^3$ в ст.усл.
#1 1000	1883,4...2104,9	100,0	998,18	1,32	27,8
800	1685,2...1883,2	89,5	798,55	1,35	25,5
650	1519,4...1697,9	80,7	648,82	1,40	23,7
500	1333,1...1489,7	70,8	499,09	1,49	22,1
350	1115,9...1246,9	59,2	349,36	1,68	20,9
250	943,6.....1054,3	50,1	249,55	2,01	21,2
160	755,4.....843,9	40,1	159,71	2,77	23,4
150	597,7.....667,7	38,8	149,73	2,92	23,8
100	423,3.....472,8	31,7	99,82	4,15	27,7
♠ 86,3	268,5.....299,8	29,5	86,3	4,75	29,5

Примечание # - символ верхнего предела измерений дифманометра; ♠ - граница, где число Рейнольдса достигает минимального допускаемого значения для трехрадиусного отбора.

Графическая интерпретация принципа равенства максимального значения абсолютной погрешности и предела допустимого значения в допускаемом диапазоне измерений (принцип РАД) при определении нижней границы допускаемого диапазона измерения расхода и количества

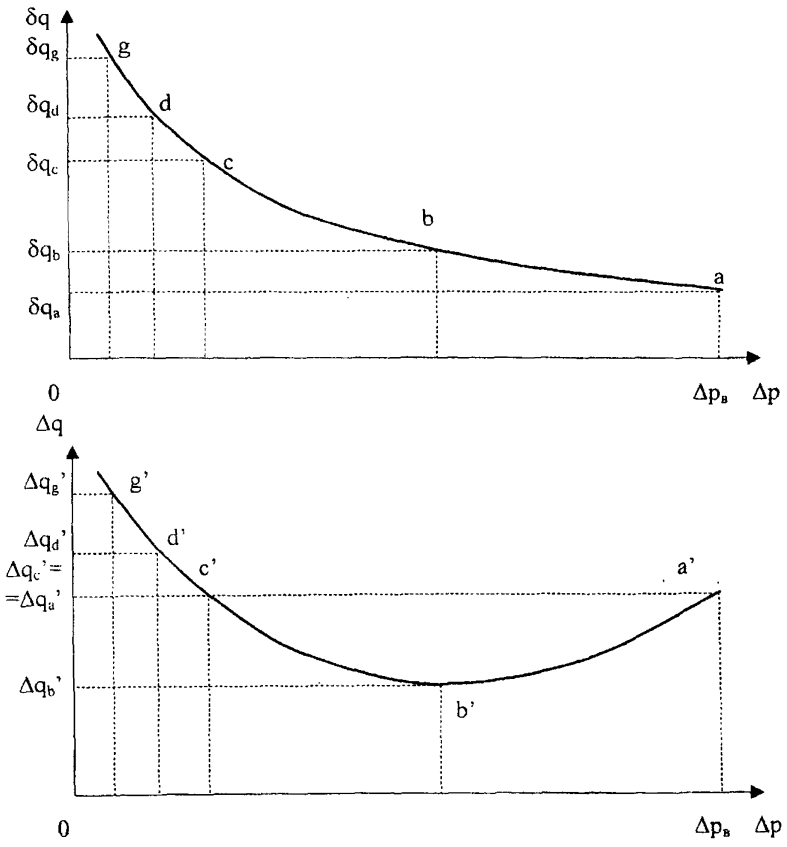

Рис. Типичный характер зависимости относительной δq и абсолютной Δq погрешностей измерений расхода при изменении перепада давлений Δp от нуля до значения верхнего предела измерения $\Delta p_в$.

Относительная погрешность ИК по расходу монотонно возрастает в основном благодаря увеличению погрешности канала по измерениям разности давлений на сужающем устройстве.

Абсолютная погрешность ИК по расходу имеет ярко выраженный минимум, связанный с тем, что изменение расхода происходит быстрее, чем изменение перепада давления (связь между ними имеет квадратичный характер).

При верхнем пределе измерений перепада давления расход и разность давлений на сужающем устройстве имеют максимальное значение, поэтому относительная погрешность минимальна, а абсолютная максимальна (точка "a"). По мере уменьшения расхода перепад давления уменьшается. По рекомендациям п.5.1.1 (точка "b") в качестве нижней границы допускаемой погрешности выбирают значение допускаемой относительной погрешности. Абсолютная погрешность в точке "c" в точности равна абсолютной погрешности в точке "a". В диапазоне измерения "a-c" абсолютная погрешность не превысит величины, соответствующей верхнему пределу измерений (п.5.1.2), хотя относительная погрешность в точке "c" может быть значительно больше допускаемого значения (табл.4, 5, 6 и 7).

Допускаемый диапазон измерений расхода станет еще больше, если погрешность в точке "a" меньше допускаемого значения абсолютной погрешности, полученной по приведенной погрешности, отнесенной к верхнему пределу измерений расхода (точка "g"), в соответствии с п.5.1.3 (таблица 5), или допускаемого значения абсолютной погрешности, полученной по приведенной погрешности, отнесенной к допускаемому диапазону измерений (точка "d"), что соответствует рекомендации п.5.1.4 (таблица 6). Если допускаемые приведенные погрешности приведут к абсолютной погрешности меньше, чем абсолютная погрешность в точке "a", то в этом случае использовать ИК для коммерческих учетов нельзя, как и в случае, если относительная погрешность в точке "a" будет больше допускаемого значения.

gost.e-ecolog.ru