ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

# РАСХОДОМЕРЫ НЕСЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

## НОРМИРУЕМЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## ГОСТ 8.407—80

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 389.14 : 681.121 : 006.354 Группа Т86.3

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Государственная система обеспечения единства измерений

# РАСХОДОМЕРЫ НЕСЖИМАЕМЫХ ЖИДКОСТЕЙ

## Нормируемые метрологические характеристики

ГОСТ 8.407—80

State system for ensuring the uniformity of measurements. Incompressible liquid flowmeters. Standardizes metrological characteristics

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 декабря 1980 г. № 5943 срок введения установлен

с 01.01.82

Настоящий стандарт распространяется на расходомеры, предназначенные для измерения стационарного объемного расхода, несжимаемых высококипящих маловязких (вязкость до $10^{-5}$ м²/с) и криогенных жидкостей в диапазоне расходов $1 \cdot 10^{-6}$—0,5 м³/с.

Стандарт не распространяется на отдельные функциональные блоки расходомера, а также на расходомеры, в которых реализуются косвенные методы измерений.

Стандарт устанавливает номенклатуру, способы нормирования и форму представления метрологических характеристик расходомеров в соответствии с ГОСТ 8.009—84.

## 1. НОМЕНКЛАТУРА НОРМИРУЕМЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

1.1. Нормированию подлежат:

номинальная статическая характеристика преобразования расходомера;

диапазон измерений $Q_{min}$—$Q_{max}$;

информативный параметр выходного сигнала;

характеристики систематической составляющей погрешности $\Delta_c$;

характеристики случайной составляющей погрешности $\mathring{\Delta}$;

характеристики основной погрешности $\Delta$;

неинформативные параметры выходного сигнала;

воздействие расходомера на поток;

динамическая характеристика;

функции влияния $\psi(\xi)$, где $\xi$ — влияющая величина;

метрологическая надежность.

Издание официальное ★ Перепечатка воспрещена

*Переиздание. Апрель 1988 г.*

© Издательство стандартов, 1988

1.2. Метрологические характеристики нормируют для каждого расходомера или для партии расходомеров. В первом случае осуществляют индивидуальное, во втором — типовое нормирование. Рекомендации по нормированию метрологических характеристик в зависимости от вида испытаний приведены в рекомендуемом приложении 1. Виды испытаний, по результатам которых определяют метрологические характеристики, приведены в соответствие с нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

## 2. СПОСОБЫ НОРМИРОВАНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

2.1. Номинальная статическая характеристика преобразования

2.1.1. Нормируют вид аппроксимирующего уравнения, устанавливающего зависимость между расходом и информативным параметром выходного сигнала. Виды аппроксимирующих уравнений:

$$Q=a+bx+cx^2,\ Q=a+bx,\ Q=bx,$$

где $a$, $b$, $c$ — коэффициенты уравнения.

Аппроксимирующее уравнение определяют по результатам испытания «Градуировка».

2.1.2. Номинальную статическую характеристику преобразования нормируют только индивидуально для исходных условий, которые также нормируют совокупностью исходных значений влияющих величин.

2.2. Диапазон измерений

2.2.1. Нормируют нижний $Q_{min}$ и верхний $Q_{max}$ пределы измерений расхода, определяемые по результатам градуировки.

2.2.2. При индивидуальном нормировании оценками нижнего и верхнего пределов измерения расхода служат:

средние арифметические серий наименьших и наибольших расходов, воспроизведенных и измеренных в процессе градуировки (при формировании исходной совокупности путем группировки данных);

наименьшее и наибольшее единичные значения расхода, воспроизведенные и измеренные в процессе градуировки (при негруппированной исходной совокупности).

Примечание. В случаях, когда диапазон измерений скорректирован по допускаемой погрешности, оценками нижнего и верхнего пределов являются наименьшее и наибольшее значения расходов, полученные при корректировке.

2.2.3. При типовом нормировании:

за нижний предел измерений расхода принимают наибольшее в выборке значение $Q_{min}$, округленное до ближайшего большего члена ряда R20 по ГОСТ 8032—84;

за верхний предел измерений расхода принимают наименьшее в выборке значение $Q_{max}$, округленное до ближайшего меньшего члена ряда R20 по ГОСТ 8032—84.

2.3. Информативный параметр выходного сигнала

2.3.1. Нормируют физическую величину, нижнюю $X_{min}$ и верхнюю $X_{max}$ границы ее изменения.

2.3.2. Наименования физической величины:

средняя частота следования электрических импульсов $f$ (далее — частота электрических импульсов);

напряжение $U$;

сила тока $I$;

код;

перемещение указателя шкалы.

2.3.3. При индивидуальном нормировании оценками нижней и верхней границ изменения информативного параметра служат расчетные значения, полученные путем решения аппроксимирующего уравнения при $Q=Q_{min}$ и $Q=Q_{max}$.

2.3.4. При типовом нормировании оценками нижней и верхней границ изменений информативного параметра являются наибольшее $X_{max}$ и наименьшее $X_{min}$ значения в выборке, округленные соответственно до ближайших большего и меньшего членов ряда R20 по ГОСТ 8032—84.

2.4. Систематическая составляющая погрешности

2.4.1. Нормируют предел систематической составляющей погрешности, оцениваемый по результатам градуировки расходомера.

2.4.2. При индивидуальном нормировании оценкой систематической составляющей погрешности служит предел ее относительной величины $\delta(\Delta_c)$.

2.4.3. При типовом нормировании оценкой систематической составляющей погрешности служит верхняя граница ее изменений $\delta_в(\Delta_c)$, определенная по совокупности индивидуальных значений $\delta_j(\Delta_c)$, где $j$ — порядковый номер элемента выборки.

2.5. Случайная составляющая погрешности

2.5.1. Нормируют среднее квадратическое отклонение и функцию распределения случайной составляющей погрешности, оцениваемые по результатам градуировки расходомера.

2.5.2. При индивидуальном нормировании оценка среднего квадратического отклонения $\sigma(\mathring{\Delta})$ осуществляется в относительной форме; оценкой функции распределения случайной составляющей погрешности является стандартная аппроксимация по МИ 1317—86.

2.5.3. При типовом нормировании оценкой среднего квадратического отклонения является ее верхняя граница $\sigma_в(\mathring{\Delta})$. При этом оценивают вероятность $P(\mathring{\Delta})$, с которой среднее квадратическое

отклонение лежит в пределах от математического ожидания $M[\sigma(\mathring{\Delta})]$ до верхней границы.

2.6. Основная погрешность

2.6.1. Нормируют предел основной погрешности, оцениваемый по результатам градуировки расходомера.

2.6.2. При индивидуальном нормировании оценкой основной погрешности $\delta(\Delta)$ служит сумма пределов относительных случайной и систематической составляющих погрешности расходомера. При этом устанавливают закон распределения и задают доверительную вероятность $\alpha$ для оценки предела случайной составляющей погрешности.

2.6.3. При типовом нормировании оценкой основной погрешности служит ее верхняя граница $\delta_в(\Delta)$ в выборке. Определяют вероятность $P(\Delta)$, с которой основная погрешность лежит в пределах от математического ожидания $M[\delta(\Delta)]$ до $\delta_в(\Delta)$.

2.7. Неинформативные параметры выходного сигнала

Неинформативные параметры определяют по результатам испытания «Проверка работоспособности».

Перечень параметров и способы их нормирования устанавливают в стандартах общих технических условий или в технических условиях на расходомеры конкретного типа. Перечень нормируемых параметров приведен в справочном приложении 2.

2.8. Воздействие расходомера на поток

2.8.1. Нормируют гидравлическое сопротивление первичного преобразователя расходомера $\Delta_р$, оцениваемое по результатам испытания «Оценка воздействия на поток».

2.8.2. При индивидуальном нормировании оценкой гидравлического сопротивления является уравнение вида

$$\Delta_р = K\,(\mathrm{Re})^2,$$

где $K$ — коэффициент.

2.8.3. При типовом нормировании оценками гидравлического сопротивления служат номинальная $\Delta p_{ном} = \varphi_{ном}(\mathrm{Re})$ и предельная $\Delta p_{max} = \varphi_{max}(\mathrm{Re})$ функции воздействия расходомера на поток, определяемые по совокупности индивидуальных оценок гидравлического сопротивления в выборке.

2.9. Динамическая характеристика

2.9.1. Нормируют время установления показаний $\tau_у$, оцениваемое по результатам испытания «Оценка инерционности».

2.9.2. При индивидуальном нормировании определяют номинальное значение времени установления показаний $\tau_{у,\,ном}$.

2.9.3. При типовом нормировании оценивают среднее в выборке значение времени установления показаний $\tau_{у,\,ср}$, верхнюю $\tau_{у,\,в}$ и нижнюю $\tau_{у,\,н}$ границы его изменения.

2.10. Функции влияния

2.10.1. Функции влияния $\psi(\xi)$ нормируют раздельно для каждой влияющей величины $\xi$. Осуществляют только типовое нормирование.

2.10.2. Нормируют номинальную $\psi_{ном}(\xi)$ и предельную $\psi_{пр}(\xi)$ функции влияния, границы изменения влияющих величин $\xi_{min} \ldots \xi_{max}$.

Функции влияния оценивают по результатам испытания «Оценка функции влияния».

2.11. Метрологическая надежность

2.11.1. Нормируют межповерочный интервал $\tau_{мп}$, представляющий собой время метрологически безотказной работы расходомера и зависящий от режима эксплуатации, и значение допускаемой основной погрешности.

2.11.2. Осуществляют только типовое нормирование межповерочного интервала.

## 3. ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НОРМИРУЕМЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1. Общие положения

3.1.1. Метрологические характеристики представляют в следующих документах: техническом задании на разработку, протоколах испытаний, технических условиях, техническом описании и инструкции по эксплуатации, стандартах технических условий и общих технических требований, паспортах (формулярах).

3.1.2. При представлении метрологических характеристик все значения физических величин указывают с единицами измерений по ГОСТ 8.417—81; значения физических величин приводят только с верными знаками; допускается использовать множители $10^{\pm n}$, где предпочтительными показателями степени $n$ являются числа, кратные 3; относительные величины погрешностей приводят в процентах от измеряемого расхода.

3.2. Номинальная статическая характеристика преобразования

3.2.1. В протоколах испытаний и паспортах (формулярах) указывают аппроксимирующее уравнение в общем виде, приводят числовые значения его коэффициентов, обозначения и единицы измерения функции и аргумента (см. пример 1 справочного приложения 3).

В прочих документах по п. 3.1.1 указывают аппроксимирующее уравнение в общем виде, обозначения и единицы измерения функции и аргумента (см. пример 2 справочного приложения 3).

3.2.2. В протоколах испытаний и паспортах (формулярах) допускается номинальную статическую характеристику преобразования представлять раздельно для поддиапазонов измерения. При

этом разрыва характеристики в граничных точках поддиапазонов не допускают.

Границы поддиапазонов указывают непосредственно после аппроксимирующих уравнений, представляемых так же, как в п. 3.2.1 (см. пример 3 справочного приложения 3).

3.3. Диапазон измерений

3.3.1. В документах всех видов приводят числовые значения нижнего и верхнего пределов измерений с указанием символов (см. пример 4 справочного приложения 3).

3.3.2. В случаях разбивки общего диапазона измерений на поддиапазоны представление каждого поддиапазона осуществляют так же, как в п. 3.2.2. Указывают общий диапазон измерений в форме по п. 3.3.1.

3.4. Информативный параметр выходного сигнала

3.4.1. В документах всех видов приводят наименование физических величин и значения нижней и верхней границ ее изменения (см. пример 5 справочного приложения 3).

3.4.2. В случае разбивки диапазона измерений на поддиапазоны непосредственно после характеристики поддиапазона указывают границы изменения информативного параметра в пределах поддиапазона (см. пример 6 справочного приложения 3).

3.5. Систематическая составляющая погрешности

3.5.1. В документах всех видов нормируемые характеристики систематической составляющей погрешности $\delta(\Delta_c)$ и $\delta_в(\Delta_c)$ представляют постоянными в диапазоне измерений величинами. При этом указывают обозначение и числовое значение в процентах (см. пример 7 справочного приложения 3).

3.5.2. При разбивке диапазона измерений для каждого поддиапазона указывают его границы и систематическую составляющую погрешности (см. пример 8 справочного приложения 3).

3.6. Случайная составляющая погрешности

3.6.1. В протоколах испытаний и паспортах (формулярах) при индивидуальном нормировании случайную составляющую погрешности представляют уравнением вида $\delta\mathring{\Delta}=\varphi(\mathring{\Delta})$ $(Q)$ или таблицей.

Уравнение приводят с числовыми значениями коэффициентов. Отдельно указывают обозначения функции и аргумента и единицы их измерения. Функцию распределения случайной составляющей погрешности представляют наименованием стандартной аппроксимации по МИ 1317—86 (см. пример 9 справочного приложения 3).

В таблице указывают числовые значения и единицы измерения фиксированных при градуировке расходов $Q_1, Q_2, \ldots, Q_i, \ldots Q_n$ и

соответствующих средних квадратических погрешностей $\delta_1(\overset{\circ}{\Delta})$, $\delta_2(\overset{\circ}{\Delta}), \ldots, \delta_i(\overset{\circ}{\Delta}), \ldots, \delta_n(\overset{\circ}{\Delta})$, формулу интерполяции и обозначение стандартной аппроксимации по МИ 1317—86 функции распределения случайной составляющей погрешности (см. пример 10 справочного приложения 3).

3.6.2. В документах всех видов при типовом нормировании случайную составляющую погрешности представляют уравнением $\delta_в(\overset{\circ}{\Delta}) = \varphi_в(Q)$.

Уравнение приводят с числовыми значениями коэффициентов, отдельно указывают обозначения и единицы измерения функции и аргумента, а также числовое значение вероятности $P(\overset{\circ}{\Delta})$ попадания средней квадратической случайной погрешности $\delta(\overset{\circ}{\Delta})$ в интервал $\delta_в(\overset{\circ}{\Delta}) - M[\delta(\overset{\circ}{\Delta})]$ (см. пример 11 справочного приложения 3).

3.7. Основная погрешность

3.7.1. При индивидуальном нормировании в протоколах испытаний и паспортах (формулярах) основную погрешность представляют уравнением вида $\delta(\Delta) = t_\alpha \delta(\overset{\circ}{\Delta}) + \delta(\Delta_с)$ или таблицей. Уравнение указывают в общем виде с разделением составляющих и числовыми значениями. Отдельно указывают обозначения и единицы измерения составляющих погрешности, предела основной погрешности и расхода, обозначение стандартной аппроксимации по МИ 1317—86 функции распределения случайной составляющей погрешности, числовое значение доверительной вероятности $\alpha$, при которой оценен предел случайной погрешности (см. пример 12 справочного приложения 3).

В таблице указывают фиксированные при градуировке значения расходов $Q_1, Q_2, \ldots, Q_i, \ldots, Q_n$, соответствующие им частные значения $\delta_i(\overset{\circ}{\Delta})$, $\delta_i(\Delta_с)$, $\delta_i(\Delta)$, единицы измерения, формулы интерполяции для $\delta(\Delta)$, обозначение стандартной аппроксимации по МИ 1317—86 функции распределения случайной составляющей погрешности и значения доверительной вероятности $\alpha$ и квантиля $t_\alpha$ (см. пример 13 справочного приложения 3).

3.7.2. При типовом нормировании основную погрешность представляют в документах по п. 3.1.1 в виде уравнения $\Delta_в(\Delta) = \varphi\Delta_в - Q$ без разделения систематической и случайной составляющих погрешности. Указывают обозначения, единицы измерений $\delta_в(\Delta)$, $Q$ и вероятности $P(\Delta)$ (см. пример 14 справочного приложения 3).

3.8. Неинформативные параметры выходного сигнала

3.8.1. Неинформативные параметры в протоколах испытаний, техническом описании и инструкции по эксплуатации представляют

таблицей, в которой указывают наименование, номинальные значения, допускаемые границы изменения нормируемых параметров и графическое отображение выходного сигнала (см. пример 15 справочного приложения 3).

3.8.2. В техническом задании, паспорте (формуляре), технических условиях для каждого нормируемого параметра указывают наименование, оценку границ изменения и единицы измерения или наименование и смысловую характеристику в виде текста (для нормируемых параметров, не допускающих количественной оценки) (см. пример 16 справочного приложения 3).

3.9. Воздействие расходомера на поток

3.9.1. Нормируют гидравлическое сопротивление (перепад давлений $\Delta p$) первичного преобразователя расходомера. При индивидуальном нормировании зависимость $\Delta p = K\mathrm{Re}^2$ указывают только в протоколах испытаний и представляют таблицей или уравнением.

В таблице приводят фиксированные значения перепада давлений $\Delta p_i$ с проставлением единиц измерения и соответствующие значения числа Re.

Уравнение записывают в символах и подставляют числовые значения коэффициентов. Отдельно указывают символы и единицы измерения $\Delta p$ и коэффициента $K$.

В обеих формах представления дополнительно указывают наименование рабочей жидкости со ссылкой на НТД, значение и единицы измерения вязкости при температуре испытаний, наименование, значение и единицы измерения геометрического параметра, входящего в число Рейнольдса, обозначения, значения и единицы измерения погрешностей определения $\Delta p$ и Re (см. пример 17 справочного приложения 3).

3.9.2. При типовом нормировании в документах всех видов гидравлическое сопротивление представляют уравнениями $\Delta p_{\text{ном}} = K_{\text{ном}}(\mathrm{Re})^2$ и $\Delta p_{\max} = K_{\max}(\mathrm{Re})^2$.

Уравнения записывают в символах и с числовыми значениями коэффициентов. Отдельно указывают символы и единицы измерения $\Delta p_{\text{ном}}$, $\Delta p_{\max}$, $K_{\text{ном}}$ и $K_{\max}$, а также наименование и единицы измерения геометрического параметра $D$, входящего в число Re (см. пример 18 справочного приложения 3).

3.10. Динамическая характеристика

3.10.1. При индивидуальном нормировании для номинального времени установления показаний указывают символ, значение, единицы измерения, индекс уровня (рекомендуется 0,63), а также символ и значения погрешности измерения в относительной или абсолютной форме (см. пример 19 справочного приложения 3).

3.10.2. При типовом нормировании для $\tau_{\text{у, ср}}$, $\tau_{\text{у, н}}$, $\tau_{\text{у, в}}$ указывают символ, числовое значение и единицы измерения.

3.11 Функции влияния

3.11.1. В документах всех видов функции влияния представляют в виде таблицы, где указывают наименование, символ, единицы измерения, числовые характеристики области исходных значений и границ изменения каждой влияющей величины $\xi$, а также уравнения номинальной и предельной функций влияния с числовыми значениями коэффициентов и указанием единиц измерения функции (см. пример 20 справочного приложения 3).

3.11.2. В техническом задании, технических условиях, стандартах общих технических требований и технических условий допускается нормировать функции влияния предельным значением в диапазоне изменения влияющей величины. Форма представления — текстовая с указанием значения относительного отклонения характеристики преобразования в процентах и границ изменения влияющей величины (см. пример 21 справочного приложения 3).

3.12. Метрологическая надежность

3.12.1. Метрологическую надежность представляют таблицей, в которой указывают наименование и параметры режима эксплуатации расходомера, границы допускаемой основной погрешности, значение межповерочного интервала в часах (см. пример 22 справочного приложения 3).

*ПРИЛОЖЕНИЕ 1*
*Рекомендуемое*

**Рекомендации по нормированию метрологических характеристик при испытаниях различных видов**

| Вид испытаний расходомера | Характеристика преобразования | Диапазон измерений | Информативный параметр выходного сигнала | Систематическая составляющая погрешности | Случайная составляющая погрешности | Суммарная погрешность | Неинформативные параметры выходного сигнала | Воздействие расходомера на поток | Динамическая характеристика | Функции влияния | Метрологическая надежность |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Исследовательские | И | И | И | — | — | И | И | — | И | — | — |
| Граничные | И | И | И | — | — | И | И | — | — | — | — |
| Доводочные | И | И | И | И | И | И | И | И | И | — | — |
| Испытания на надежность | И | И | И | — | — | И | — | — | — | — | Т |
| Предварительные | И | Т | Т | И | И | Т | Т | Т | Т | Т | — |
| Стендовые | И | И | И | И | И | И | И | — | — | — | — |
| Полигонные | И | И | И | И | И | И | И | — | — | — | — |
| Приемо-сдаточные | И | Т | Т | И | И | Т | Т | — | — | — | — |
| Междуведомственные | И | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т |
| Государственные | И | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т | Т |
| Установочной серии | И | Т | Т | И | И | Т | Т | Т | Т | — | — |
| Входной контроль | И | И,Т | И,Т | — | — | И,Т | Т | — | — | — | — |
| Периодические | И* | Т* | Т* | И | И | Т* | Т | Т | Т | Т | — |
| Типовые | И | Т | Т | И | Т | Т | Т | Т | Т | Т | — |

* Метрологические характеристики, определяемые и нормируемые при периодических поверках расходомеров, находящихся в эксплуатации.

Примечание. Буквой И обозначено индивидуальное нормирование, Т — типовое.

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*
*Справочное*

**Нормируемые параметры выходного сигнала**

| Информативный параметр | Нормируемые неинформативные параметры |
|---|---|
| Частота электрических импульсов | Амплитуда напряжения<br>Форма |
| Напряжение | Уровень шума |
| Сила тока | Уровень шума |
| Код | Вид кода. Число разрядов |
| Перемещение указателя шкалы | Амплитуда колебаний указателя шкалы |

*ПРИЛОЖЕНИЕ 3*
*Справочное*

## ПРИМЕРЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НОРМИРУЕМЫХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК В ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Пример 1.** $Q=a+bf+cf^2$, где $a=0{,}0260\cdot10^{-3}$ м³/с; $b=0{,}3284\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц); $c=-0{,}0116\cdot10^{-6}$ м⁶/(с²·Гц); $Q$, м³/с; $f$, Гц.

**Пример 2.** $Q=a+bf$. $Q$, м³/с; $f$, Гц.

**Пример 3.** $Q=a_1+b_1f$ для $1\cdot10^{-3}$ м³/с $\leqslant Q_1 \leqslant 5\cdot10^{-3}$ м³/с; $a_1=0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с; $b_1=0{,}0160\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц); $Q_2=b_2f$ для $5\cdot10^{-3}$ м³/с $< Q_2 \leqslant 10\cdot10^{-3}$ м³/с; $b_2=0{,}0167\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц); $Q_3=a_3+b_3f$ для $10\cdot10^{-3}$ м³/с $< Q_3 \leqslant 15\cdot10^{-3}$ м³/с; $a_3=2{,}5\cdot10^{-3}$ м³/с; $b_3=0{,}0125\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц),
где $Q_1$, $Q_2$, $Q_3$ — объемный расход, м³/с; $f$ — частота электрических импульсов, Гц.

**Пример 4.** $Q_{min}$ ... $Q_{max}$ от $1\cdot10^{-3}$ до $10\cdot10^{-3}$ м³/с.

**Пример 5.** Информативный параметр — частота электрических импульсов, $f_{min}=50$ Гц, $f_{max}=500$ Гц.

**Пример 6.** $Q_1=a_1+b_1f$ для $1\cdot10^{-3}$ м³/с$\leqslant Q_1\leqslant 5\cdot10^{-3}$ м³/с; 50 Гц $\leqslant f\leqslant$ 300 Гц; $a_1=0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с; $b_1=0{,}0160\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц); $Q_2=b_2f$ для $5\cdot10^{-3}$ м³/с$\leqslant Q_2\leqslant$ $\leqslant 10\cdot10^{-3}$ м³/с; 300 Гц$<f\leqslant$ 600 Гц; $b_2=0{,}0167\cdot10^{-3}$ м³/(с · Гц); $Q_3=a_3+b_3f$ для $10\cdot10^{-3}$ м³/с$<Q_3\leqslant 15\cdot10^{-3}$ м³/с; 600 Гц$<f\leqslant$ 1000 Гц; $a_3=2{,}5\cdot10^{-3}$ м³/с; $b_3=$ $=0{,}0125\cdot10^{-3}$ м³/(с·Гц),

где $Q_1$, $Q_2$, $Q_3$ — объемный расход, м³/с; $f$ — частота электрических импульсов, Гц.

**Пример 7.** $\delta(\Delta_c)=\pm0{,}1\%$, $\delta_в(\Delta_c)=0{,}15\%$.

**Пример 8.** а) для $0{,}1\cdot10^{-3}$ м³/с$\leqslant Q<0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с $\delta(\Delta_c)=\pm0{,}2\%$; для $0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с$<Q\leqslant0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с $\delta(\Delta_c)=0{,}1\%$.

б) для $0{,}1\cdot10^{-3}$ м³/с$\leqslant Q\leqslant 0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с $\delta_в(\Delta_c)=\pm0{,}3\%$, для $0{,}2\cdot10^{-3}$ м³/с$<Q\leqslant0{,}5\cdot10^{-3}$ м³/с $\delta_в(\Delta_c)=\pm0{,}2\%$.

**Пример 9.** $\sigma(\mathring{\Delta})=\pm(0{,}6—50\ Q)$; $\sigma(\mathring{\Delta})$, %; $Q$, м³/с; норм.

**Пример 10.**

| Расход $Q_i$, м³/с | Средняя квадратическая погрешность $\overset{\circ}{\sigma}_i(\Delta)$, % | Формула интерполяции | Аппроксимация функции распределения |
|---|---|---|---|
| $1{,}985 \cdot 10^{-3}$ | ±0,50 | $\overset{\circ}{\sigma}_{i,\,i+1}(\Delta) = \overset{\circ}{\sigma}_{i+1}(\Delta) + [\overset{\circ}{\sigma}_i(\Delta) - \overset{\circ}{\sigma}_{i+1}(\Delta)] \times \frac{Q_{i+1} - Q_i}{Q_{i+1} - Q_{i,\,i+1}}$ | Норм. |
| $3{,}998 \cdot 10^{-3}$ | ±0,35 | | |
| $6{,}004 \cdot 10^{-3}$ | ±0,20 | | |
| $8{,}013 \cdot 10^{-3}$ | ±0,15 | | |
| $10{,}020 \cdot 10^{-3}$ | ±0,10 | | |

**Пример 11.** $\sigma_в(\overset{\circ}{\Delta}) = \pm(0{,}6 - 35\ Q)$; $\sigma_в(\overset{\circ}{\Delta})$, %; $Q$, м³/с; $P(\overset{\circ}{\Delta}) = 0{,}99$.

**Пример 12.** $\delta(\Delta) = t_\alpha\ \sigma(\overset{\circ}{\Delta}) + \delta(\Delta_c) = \pm[2{,}58(0{,}6 - 50Q) + 0{,}2]$; $\sigma(\Delta)$, %; $\overset{\circ}{\delta}(\Delta)$, %; $\delta(\Delta_c)$, %; $Q$, м³/с, норм.; $\alpha = 0{,}99$.

**Пример 13.**

| Расход $Q_i$, м³/с | Средняя квадратическая погрешность $\overset{\circ}{\sigma}_i(\Delta)$, % | Предел систематической погрешности $\delta(\Delta_C)$, % | Предел основной погрешности $\delta_i(\Delta)$, % | Формула интерполяции | Аппроксимация функции распределения, доверительная вероятность, квантиль |
|---|---|---|---|---|---|
| $1{,}985 \cdot 10^{-3}$ | ±0,50 | | ±1,50 | $\delta_{i,\,i+1}(\Delta) = \delta_{i+1}(\Delta) + [\delta_i(\Delta) - \delta_{i+1}(\Delta)] \times \frac{Q_{i+1} - Q_i}{Q_{i+1} - Q_{i,i+1}}$ | Норм. |
| $3{,}998 \cdot 10^{-3}$ | ±0,35 | | ±1,10 | | $\alpha = 0{,}99$ |
| $6{,}004 \cdot 10^{-3}$ | ±0,20 | ±0,2 | ±0,70 | | $t_\alpha = 2{,}58$ |
| $8{,}013 \cdot 10^{-3}$ | ±0,15 | | ±0,60 | | |
| $10{,}020 \cdot 10^{-3}$ | ±0,10 | | ±0,45 | | |

**Пример 14.** $\delta_в(\Delta) = \pm(2{,}6 - 140\ Q)$; $Q_1$ м³/с; $P(\Delta) = 0{,}99$.
**Пример 15.**

| Нормируемый параметр | Номинальное значение | Допускаемые изменения | | Графическое отображение выходного сигнала |
|---|---|---|---|---|
| | | нижняя | верхняя | |
| Амплитуда напряжения, $U_A$, мВ | 600 | 200 | 1000 |  |



**Пример 16.** а) амплитуда напряжения — от 200 до 1000 мВ;
б) вид кода — двоичный семиразрядный.

**Пример 17а.**

| Перепад давлений $\Delta p_i$, МПа | Число Рейнольдса $Re = Re_D$ | Характеристики среды | Геометрический параметр $D$, м | Погрешность |
|---|---|---|---|---|
| 0,010 | $6{,}6 \cdot 10^4$ | Вода питьевая ГОСТ 2874—82 | $2 \cdot 10^{-2}$ | $\Delta_{\Delta p} = \pm 0{,}005$ МПа |
| 0,035 | $13{,}2 \cdot 10^4$ | $\nu = 1{,}1 \cdot 10^{-6}$ м²/с | | |
| 0,080 | $20{,}0 \cdot 10^4$ | при $t = 18$°С | $D$ — внутренний диаметр | $\Delta_{Re} = \pm 3{,}6 \cdot 10^{-2}\ Re_D$ |
| 0,140 | $26{,}6 \cdot 10^4$ | — | — | — |
| 0,220 | $33{,}2 \cdot 10^4$ | — | — | — |

**Пример 17б.** $\Delta p = K\mathrm{Re}^2 = 2 \cdot 10^{-12} \cdot \mathrm{Re}^2_D$; $\Delta p$, МПа; $K$, МПа; $\mathrm{Re} = \mathrm{Re}_D$; $D = 2 \cdot 10^{-2}$ м — диаметр внутреннего проходного сечения первичного преобразователя; среда — вода питьевая по ГОСТ 2874—82; $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$ м²/с при $t = 18$°С; $\Delta_{\Delta p} = +0{,}005$ МПа; $\Delta_{\mathrm{Re}} = 3{,}6 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{Re}_D$.

**Пример 18.** $\Delta\ p_{\text{ном}} = K_{\text{ном}}\ \mathrm{Re}^2 = 1{,}5 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{Re}^2_D$; $\Delta p_{\max} = K_{\max} \cdot \mathrm{Re}^2 = 2 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{Re}^2_D$; $\Delta p_{\text{ном}}$, МПа; $\Delta p_{\max}$, МПа; $K_{\text{ном}}$, МПА; $K_{\max}$, МПА; $D$, м.

**Пример 19.** а) $(\tau_{y,\ \text{ном}})_{0{,}63} = 0{,}05$ с; $\Delta\tau_y = \pm 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ с,

б) $(\tau_{y,\ \text{ном}})_{0{,}63} = 0{,}05$ с; $\delta\tau_y = \pm 1\%$.

**Пример 20.**

| Влияющая величина | Исходное значение | | Граница изменения | | Функция влияния, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | номинальное | допускаемые отклонения | нижняя | верхняя | номинальная | предельная |
| Статическое давление в потоке $p_{\text{ст}}$, МПа | 0,45 | $\pm 0{,}35$ | 0,1 | 80 | $-10^{-3}(p_{\text{ст}} - 0{,}45)$ | $-1{,}5 \cdot 10^{-3}(p_{\text{ст}} - 0{,}45)$ |
| Вязкость рабочей жидкости $\nu$, м²/с | $10^{-6}$ | $\pm 0{,}02 \cdot 10^{-6}$ | $0{,}9 \cdot 10^{-6}$ | $2{,}5 \cdot 10^{-6}$ | $-56(\nu - 10^{-6})\mathrm{Re}^{1/2}_D$ | $-112(\nu - 10^{-6})\mathrm{Re}^{1/2}$ |
| Угловая скорость вращения потока $\omega$, рад/с | 0 | $\pm 0{,}005$ | $-6$ | $+6$ | $0{,}05\ \omega$ | $0{,}07\ \omega$ |

**Пример 21.** Относительное отклонение характеристики преобразования не должно превышать:
0,2% — при изменении статического давления в диапазоне 0,1÷80 МПа;
0,1% — при изменении вязкости рабочей жидкости в диапазоне $0{,}9 \cdot 10^{-6} \div 2{,}5 \cdot 10^{-6}$ м²/с;
0,3% — при закрутке потока с угловой скоростью в диапазоне минус 6÷плюс 6 рад/с.

| Наименование режима эксплуатации | Параметры режима эксплуатации | Допускаемая основная погрешность $\delta(\Delta)$, % | Межповерочный интервал, ч |
|---|---|---|---|
| Предельный | Рабочая жидкость: керосин по нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке, $p_{ст}=(3\pm0,3)$ МПа; $t=(50\pm5)$°С | ±0,5 | 50 |
| | | ±1,0 | 125 |
| Номинальный | Рабочая жидкость: керосин по нормативно-технической документации, утвержденной в установленном порядке, $Q=(7,5\pm0,05)10^{-3}$ м³/с, $t=(20\pm5)$°С | ±0,5 | 100 |
| | | ±1,0 | 250 |
| Хранение | Складское помещение в таре при $t$=минус 10 до плюс 30°С; относительная влажность (80±5) % | ±0,5 | 8000 |
| | | ±1,0 | 12000 |

Редактор *М. А. Глазунова*
Технический редактор *Л. А. Никитина*
Корректор *А. В. Прокофьева*

Сдано в наб. 14.03.88 Подп. в печ. 19.05.88 1,25 усл. п. л. 1,25 усл. кр.-отт. 0,90 уч.-изд. л.
Тираж 8 000 Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 2123

gost.e-ecolog.ru