

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»  
(ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
А.Е. Коломин



« 25 » 10 2023 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Расходомеры электромагнитные NovaMAG Pro**

**Методика поверки  
МП 208-055-2023**

г. Москва  
2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....   | 3  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....  | 3  |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....   | 4  |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....   | 4  |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....   | 4  |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....   | 5  |
| 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....   | 5  |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....   | 6  |
| 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....  | 7  |
| 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ<br>И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ<br>ТРЕБОВАНИЯМ ..... | 7  |
| 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....   | 15 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....  | 16 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....   | 17 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на расходомеры электромагнитные NovaMAG Pro (далее – расходомеры), предназначенные для измерений объема и объемного расхода жидкости, и устанавливает объем, методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость расходомеров к:

- Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019, в соответствии с ГПС для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 №2356, для средств измерений, поверка которых осуществляется на воде.

1.3 Методика описывает два метода поверки: проливной и беспроливной. Для первичной поверки может использоваться только проливной метод.

1.4 В методике поверки реализованы методы передачи единиц величин непосредственным сличением и методом косвенных измерений.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции  | Номер пункта/раздела МП | Проведение операции при |                                 |                                    |
|--|-------------------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
|  |                         | первичной поверке       | периодической проливной поверке | периодической имитационной поверке |
| Внешний осмотр средства измерений  | Раздел 7                | Да                      | Да                              | Да                                 |
| Подготовка к поверке   | 8.1                     | Да                      | Да                              | Да                                 |
| Опробование средства измерений   | 8.2                     | Да                      | Да                              | Нет                                |
| Проверка программного обеспечения средства измерений   | Раздел 9                | Да                      | Да                              | Да                                 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Раздел 10               | Да                      | Да                              | Да                                 |
| Определение относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма   | 10.1.1                  | Да                      | Да                              | Нет                                |
| Определение приведенной к переходному расходу погрешности измерений объемного расхода  | 10.1.2                  | Да                      | Да                              | Нет                                |
| Определение относительной погрешности преобразования значения объёмного расхода в частотный выходной сигнал                              | 10.1.3                  | Да                      | Да                              | Нет                                |
| Определение приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал               | 10.1.4                  | Да                      | Да                              | Нет                                |
| Определение погрешностей расходомера с помощью Установки   | 10.2.1                  | Нет                     | Нет                             | Да                                 |



|  |        |     |     |    |
|--|--------|-----|-----|----|
| Поток-Т при периодической поверке  |        |     |     |    |
| Определение погрешностей расходомера с помощью Устройства имитационно-поверочного Артчек при периодической поверке | 10.2.2 | Нет | Нет | Да |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров должны быть соблюдены следующие условия:

- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- температура окружающей среды от 15 °С до 30 °С;
- температура поверочной среды от 15 °С до 30 °С.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки расходомеров допускают поверителей, изучивших настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на расходомеры, эксплуатационную документацию на средства поверки и вспомогательные технические средства, а также прошедших инструктаж по технике безопасности.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют следующие средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование, применяемое при поверке

| Номер пункта методики поверки | Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки | Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации |
|-------------------------------|--|--|
| п. 10.1.1<br>п. 10.1.2        | Рабочий эталон единиц объемного расхода (объема) жидкости 1 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера                              | Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18   |
| п. 10.1.1<br>п. 10.1.2        | Рабочий эталон единиц объемного расхода (объема) жидкости 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера                              | Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18   |
| п. 10.1.1<br>п. 10.1.2        | Рабочий эталон единиц объемного расхода (объема) жидкости 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 в диапазоне расходов соответствующем диапазону расходов поверяемого расходомера                              | Установка поверочная Эрмитаж рег. № 71416-18   |
| 8.1.1<br>8.1.2                | Средство измерений сопротивления изоляции электрических цепей<br>Диапазон измерений сопротивления постоянному току от 0,01 до 100 МОм  | Мегаомметр Е6-24<br>рег. № 47135-11  |
| 8.2.2                         | Средство измерений избыточного давления<br>Диапазон измерений: от 0 до 4 МПа, КТ 2,5   | Манометр ТМ<br>рег. № 25913-08   |



|  |   |   |
|--|---|---|
| 10.1.3,<br>10.2.1.2  | Средство измерений частоты электрических сигналов<br>Диапазон измерений от 0,1 до 3000 Гц<br>Пределы допускаемой относительной погрешности: $(5 \cdot 10^{-7} + 1/f_{\text{изм}}/\tau_{\text{сч}})$   | Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1<br>рег. № 9084-90     |
| 10.1.4,<br>10.2.1.3  | Средство измерений силы постоянного тока<br>Диапазон измерений от 0 до 20 мА<br>Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,00015 \cdot I + 2 \text{ е.м.р})$  | Калибратор токовой петли Fluke 715,<br>рег. № 29194-05      |
| 10.2.2   | Устройство имитационно-поверочное Артчек  | Устройство имитационно-поверочное Артчек<br>рег. № 79585-20 |
| Раздел 8<br>Раздел 9<br>Раздел 10  | Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от +10 до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3$ %; диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ кПа | Термогигрометр ИВА-6<br>рег. № 46434-11                     |
| Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. |   |   |

## 6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При подключении расходомера к испытательному оборудованию необходимо соблюдать общие требования безопасности, установленные в документах ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок потребителей».

6.2 Монтаж и демонтаж электрических цепей расходомера и средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

6.3 Поверитель должен соблюдать правила пожарной безопасности, действующие на предприятии.

6.4 Монтаж и демонтаж расходомеров должны производиться при отсутствии давления в измерительной линии.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие расходомера следующим требованиям:

- внешний вид, комплектность и маркировка должны соответствовать описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений;
- на расходомере не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, влияющих на его работоспособность.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если установлено, что:

- внешний вид, комплектность и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемый расходомер;
- на расходомере не обнаружено внешних механических повреждений и дефектов, влияющих на его работоспособность и препятствующих чтению надписей и маркировки.



## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

8.1 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- подготавливают поверяемый расходомер и средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией;
- проверяют правильность монтажа электрических цепей, согласно эксплуатационным документам.

8.1.1 Проверяют сопротивление изоляции электродов расходомера относительно корпуса сенсора мегаомметром при напряжении 500 В. На внутренней поверхности и фланцах сенсора расходомера не должно быть следов влаги или электропроводящего поверхностного налета. Перед измерением убедиться в отсутствии напряжения в проверяемых электрических цепях. Один зажим мегаомметра с обозначением «земля» соединяют с корпусом ППР, а другой с влажным тканевым тампоном прижимают изоляционным материалом к контактной поверхности электродов.

Примечания:

- для расходомеров раздельного исполнения измерение сопротивлений изоляции проводят после отключения кабелей, соединяющих катушку и электроды первичного преобразователя расхода с электронным блоком.

- для расходомеров компактного исполнения измерение сопротивлений изоляции проводят после отключения на разъеме под крышкой металлического корпуса электронного блока проводов, ведущих к катушке и электродам первичного преобразователя расхода.

8.1.2 Проверяют сопротивление изоляции цепей питания расходомера относительно корпуса путем измерения сопротивления между двумя закороченными входами цепи питания на разъеме электронного блока и:

- металлическим корпусом для компактного исполнения расходомера;
- контактом «GND» на плате электронного блока для раздельного исполнения расходомера.

8.1.3 В соответствии с руководством по эксплуатации и паспортом на расходомер проводят проверку правильности установленных коэффициентов: внутреннего диаметра первичного преобразователя расхода, наибольшей частоты или веса импульса выходного сигнала, диапазона измерений расхода.

8.2 При опробовании расходомера производят следующие операции (только для проливной поверки):

8.2.1 Устанавливают расходомер на поверочную установку в соответствии с эксплуатационной документацией и требованиям к прямым участкам. Удаляют воздух из участка трубопровода поверочной установки, на котором установлен поверяемый расходомер.

8.2.2 Проверяют герметичность фланцевых соединений и узлов гидравлической системы рабочим давлением. Выдерживают заполненный водой расходомер в течении 10 минут.

8.2.3 При необходимости проводят коррекцию нуля расходомера.

8.2.4 Пропускают через прибор расход в диапазоне от  $0,1 \cdot Q_{max}$  до  $0,5 \cdot Q_{max}$ , где  $Q_{max}$  – перегрузочный расход.

Результат поверки по данному разделу считается положительным, если:

- сопротивление изоляции электродов относительно корпуса не менее 100 МОм;
- сопротивление изоляции цепей питания не менее 40 МОм;
- расходомер функционирует в штатном режиме (отсутствуют диагностические сообщения об ошибках, надписи на дисплее легко читаемы);
- падение давления в проточной части расходомера течение 10 минут под действием рабочего давления не превышает 0,01 МПа и на корпусе сенсора расходомера не наблюдается образование капель и течи воды;



- при увеличении или уменьшении расхода средствами поверочной установки соответствующим образом изменяются показания на дисплее электронного блока расходомера.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверка программного обеспечения (далее – ПО) производится путем входа в соответствующий раздел меню пользователя с помощью клавиатуры расходомера («Параметры»⇒«О приборе»⇒«Версия ПО»)

Таблица 3 - Идентификационные данные (признаки) ПО

| Идентификационные данные (признаки)   | Значение |
|---|----------|
| Идентификационное наименование ПО   | NMAGPro  |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО   | 4.XX.X   |
| Примечание:<br>Обозначение X в записи номера версии ПО заменяет символы, отвечающие за метрологически незначимую часть. |          |

Результат поверки по данному разделу считается положительным, если значения идентификационного наименования и номера версии ПО, зафиксированные в расходомере, соответствуют значениям, указанным в таблице 3.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

### 10.1 Пролитный метод

Определение погрешностей расходомера при измерении объема (объемного расхода) жидкости пролитным методом с помощью поверочной установки проводится при измерениях объема путем сличения показаний расходомера и поверочной установки.

#### 10.1.1 Определение относительной погрешности измерений объемного расхода и объёма

Определение относительных погрешностей измерений объема  $\delta_V$  выполняется при значениях поверочного расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в двух точках: (20-25) % от  $Q_{ном}$  и (40-100) % от  $Q_{ном}$ , где  $Q_{ном}$  - номинальный расход для данного типоразмера, указанный в Приложении Б.

Для расходомеров с сенсорами  $D_u \geq 300$  мм допускается проводить поверку расходомеров на расходах (10-25) % от  $Q_{ном}$  и (30-100) % от  $Q_{ном}$ ;

Для расходомеров с сенсорами  $300 \text{ мм} < D_u \leq 800$  мм, если максимальный расход поверочной установки меньше  $Q_{ном}$  (но не менее  $0,2 \cdot Q_{ном}$ ), допускается в качестве наибольшего поверочного расхода установить максимальный расход установки;

Для расходомеров с сенсорами  $D_u > 800$  мм, допускается в качестве наибольшего поверочного расхода установить максимальный расход установки.

Время проведения (накопления) одного измерения должно быть не менее 60 секунд или не менее 2500 импульсов.

Количество измерений на каждом поверочном расходе зависит от соотношения пределов допускаемых погрешностей рабочего эталона и средства измерений, поэтому вначале необходимо определить это соотношение  $\alpha_p$  по формуле:

$$\alpha_p = \frac{\delta_{эт}}{\delta_{СИ}} \quad (1)$$

где



$\delta_{эм}$  – пределы допускаемой погрешности метода измерений эталонного объема (расхода);

$\delta_{си}$  – пределы допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера, согласно сведениям из его описания типа.

Если  $\alpha_p > 1/2$ , то поверку прекращают.

Если  $\alpha_p \leq 1/3$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее 3-х.

Если  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то количество измерений при каждом значении поверочного расхода должно быть не менее 5-ти.

**10.1.1.1** Если соотношение пределов допускаемых погрешностей рабочего эталона и средства измерений  $\alpha_p \leq 1/3$ , то относительную погрешность измерений объема  $\delta_{V_i}$  при  $i$ -ом измерении (не менее трех измерений) определить по формуле:

$$\delta_{V_i} = \frac{V_i - V_{эм}}{V_{эт}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

где

$V_i$  – объем по расходомеру, м<sup>3</sup>;

$V_{эм}$  – объем по поверочной установке, м<sup>3</sup>;

$i$  – порядковый номер измерения.

Результаты поверки расходомера при измерении объема и объемного расхода по данному пункту считаются положительными, если полученные значения относительной погрешности при измерении объема в диапазоне расходов  $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$  на каждом поверочном расходе при каждом измерении не превышают значения предела допускаемой относительной погрешности, указанного в таблице 4.

Таблица 4 – Значения пределов допускаемой погрешности

| Наименование характеристики  | Значение для класса точности |        |        |        |
|--|------------------------------|--------|--------|--------|
|  | A (A1)                       | B (B1) | C (C1) | D (D1) |
| Пределы допускаемой, приведенной к переходному расходу, погрешности измерений объемного расхода в диапазонах расходов, % |                              |        |        |        |
| $Q_{min} \leq Q < Q_t$ <sup>1)</sup>   | ±1                           | ±0,5   | ±0,25  | ±0,2   |
| $Q_{min} \leq Q < Q_t$ для расходомеров с Ду от 2 до 8 мм  | ±1                           | ±0,5   | ±0,3   | ±0,25  |
| $Q_{min} \leq Q < Q_t$ при имитационной поверке <sup>2)</sup> с «Поток-Т»  | ±1                           | ±0,6   | ±0,5   | ±0,5   |
| $Q_{min} \leq Q < Q_t$ при имитационной поверке <sup>2)</sup> с «Артчек»   | ±1                           | ±0,75  | ±0,75  | ±0,75  |
| Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема, в диапазонах расходов, %             |                              |        |        |        |
| $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ <sup>3)</sup>  | ±1                           | ±0,5   | ±0,25  | ±0,2   |
| $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ для расходомеров с Ду от 2 до 8 мм   | ±1                           | ±0,5   | ±0,3   | ±0,25  |
| $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ при имитационной поверке <sup>2)</sup> с «Поток-Т»   | ±1                           | ±0,6   | ±0,5   | ±0,5   |
| $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$ при имитационной поверке <sup>2)</sup> с «Артчек»  | ±1                           | ±0,75  | ±0,75  | ±0,75  |

**10.1.1.2** Если соотношение пределов допускаемых погрешностей рабочего эталона и средства измерений  $1/3 < \alpha_p \leq 1/2$ , то для каждой  $j$ -й точки поверочного расхода определить среднее значение относительной погрешности  $\delta_{V_j}$ , полученной для серии из « $n$ » измерений:



$$\delta_{Vj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{Vij} \quad (3)$$

где

$j$  - индекс для обозначения номера точки поверочного расхода;

$i$  - индекс для обозначения порядкового номера отдельного измерения в  $j$ -й точке поверочного расхода;

$n$  - количество отдельных измерений в  $j$ -й точке поверочного расхода.

Определить СКО  $S_j$  среднего значения относительной погрешности  $\delta_{Vj}$  по формуле:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{Vij} - \delta_{Vj})^2}{(n-1)}} \quad (4)$$

Если полученное значение  $S_j > 0,16\%$ , то поверку приостанавливают, определяют и устраняют причину повышенного СКО<sup>1</sup> и повторяют серию измерений для  $j$ -ой точки расхода. Если повторно полученное значение СКО удовлетворяет условию  $S_j \leq 0,16\%$ , то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера  $\theta_\Sigma$  по формуле:

$$\theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{эт}}^2 + \delta_{V\text{max}}^2} \quad (5)$$

где  $\delta_{V\text{max}}$  - наибольшее из абсолютных значений  $\delta_{Vj}$ .

Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера  $\varepsilon$  по формуле:

$$\varepsilon = t_{0,95} \cdot S_{\text{max}} \quad (6)$$

где  $S_{\text{max}}$  - наибольшее из значений  $S_j$ ;

$t_{0,95}$  - коэффициент Стьюдента для  $n$  измерений при доверительной вероятности  $P=0,95$ , выбрать из таблицы 5.

Таблица 5 – Значения коэффициентов Стьюдента  $t_{0,95}$

| Количество измерений, $n$ | Значение $t_{0,95}$ | Количество измерений, $n$ | Значение $t_{0,95}$ |
|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 5                         | 2,776               | 9                         | 2,306               |
| 6                         | 2,571               | 10                        | 2,262               |
| 7                         | 2,447               | 11                        | 2,228               |
| 8                         | 2,365               | 12                        | 2,201               |

Вычислить отношение  $\theta_\Sigma / S_{\text{max}}$ .

Если  $\theta_\Sigma / S_{\text{max}} < 0,8$ , то неисключенной систематической погрешностью по сравнению со случайной составляющей можно пренебречь и принять за границу погрешности  $\delta_V = \varepsilon$ .

Если  $\theta_\Sigma / S_{\text{max}} > 8$ , то случайной составляющей погрешности по сравнению с систематической можно пренебречь и принять за границу погрешности  $\delta_V = \theta_\Sigma$ .

<sup>1</sup>) Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводных трубопроводов, недостаточно жёсткое закрепление расходомера.

Если отношение  $\theta_{\Sigma}/S_{max}$  находится внутри интервала 0,8...8,0, то определить по таблице 6 значение коэффициента  $Z_{0,95}$  (МИ 2083). Допускается линейная интерполяция значения  $Z_{0,95}$ , если значение  $\theta_{\Sigma}/S_{max}$  находится между табличными данными.

Таблица 6 – Значения коэффициента  $Z_{0,95}$

| $\theta_{\Sigma}/S_{max}$ | 0,8  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $Z_{0,95}$                | 0,76 | 0,74 | 0,71 | 0,73 | 0,76 | 0,78 | 0,79 | 0,80 | 0,81 |

Определить относительную погрешность расходомера при измерении объема  $\delta_V$  по формуле:

$$\delta_V = Z_{0,95} \cdot (\theta_{\Sigma} + \varepsilon) \quad (7)$$

Результаты поверки расходомера при измерении объема и объемного расхода по данному пункту считаются положительными, если полученное значение относительной погрешности при измерении объема в диапазоне расходов  $Q_t \leq Q \leq Q_{max}$  не превышает значения предела допускаемой относительной погрешности, указанного в таблице 4.

**10.1.2** Определение приведенной к переходному расходу погрешности измерений объемного расхода

Определение приведенной к переходному расходу погрешности измерений объемного расхода  $\gamma_q$  проводят на поверочной установке вне зависимости от полученного значения  $\alpha_p$  (не менее трех измерений) на расходе  $Q_{min}$  с допуском +10 %, где  $Q_{min}$  - минимальный расход, указанный для конкретного типоразмера расходомера в Приложении Б, по формуле:

$$\gamma_{qi} = \frac{Q_i - Q_{эт}}{Q_t} \cdot 100, \% \quad (8)$$

где

$Q_i$  – значение расхода, полученное расходомером, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{эт}$  – значение расхода, полученное эталоном, м<sup>3</sup>/ч;

$Q_t$  – значение переходного расхода расходомера, м<sup>3</sup>/ч (Приложение Б).

Результаты поверки расходомера при измерении объемного расхода по данному пункту считаются положительными, если полученные значения приведенной погрешности при измерении объемного расхода в диапазоне расходов  $Q_{min} \leq Q < Q_t$  при каждом измерении не превышают значения предела допускаемой приведенной к переходному расходу погрешности, указанного в таблице 4.

Примечание:

1) При положительных результатах поверки по оценке пределов допускаемой относительной погрешности измерений расходомером объема, расходомер признается прошедшими поверку для измерений объема и объемного расхода жидкости.

2) Если предполагается проведение последующих периодических поверок расходомера с применением на месте эксплуатации Установки «Поток-Т», то после проведения проливной поверки расходомера с положительным результатом необходимо произвести с помощью Поток-Т измерения в соответствии с МИ 3164 и запись в паспорт расходомера калибровочных факторов  $K_M$  и  $K_F$ .

3) В случае если предполагается применение Устройства имитационно-поверочного Артчек для периодических поверок расходомера в эксплуатации, то при положительном



результате проливной поверки необходимо произвести с помощью Артчек измерения и запись ряда параметров в специально выделенную область памяти расходомера. Для этого Артчек подключают к расходомеру комплектом кабелей в соответствии с руководством по эксплуатации Артчек, переходят в меню Артчек «НАСТРОЙКИ»  $\Rightarrow$  «ПЕРВИЧНАЯ ПОВЕРКА» и следуют указаниям на дисплее Артчек. Измерения необходимых параметров происходят в автоматическом режиме. Запись измеренных параметров в выделенную область памяти расходомера производится поверителем нажатием кнопки «СОХРАНИТЬ». Повторная запись не допускается.

**10.1.3** Определение относительной погрешности преобразования значения объёмного расхода в частотный выходной сигнал

Частотомер подключить к частотному выходу расходомера. В меню расходомера последовательно задать имитацию следующих 3-х расходов:  $Q_{эТ1}=0,1 \cdot Q_{max}$ ;  $Q_{эТ2}=0,5 \cdot Q_{max}$ ;  $Q_{эТ3}=Q_{max}$ . Каждому из имитируемых расходов  $Q_{эТi}$ , м<sup>3</sup>/ч, должна соответствовать частота на выходе расходомера  $F_{эТi}$ , Гц, которая вычисляется по формуле:

$$F_{эТi} = \frac{Q_{эТi}}{Q_{уст}} \cdot F_{уст} \quad (9)$$

где

$F_{уст}$  – верхний предел установленной частоты в расходомере. Параметр настраивается в меню расходомера, Гц;

$Q_{уст}$  – значение объёмного расхода, соответствующее верхнему пределу частоты  $F_{уст}$ . Параметр настраивается в меню расходомера, м<sup>3</sup>/ч;

При каждом имитированном расходе  $Q_{эТi}$  измерить значение частоты  $F_{эТi}$  на частотном выходе расходомера. Относительную погрешность преобразования значения объёмного расхода  $\delta_{Fi}$  в частотный выходной сигнал определяют по формуле:

$$\delta_{Fi} = \frac{(F_i - F_{эТi})}{F_{эТi}} \cdot 100, \% \quad (10)$$

где

$F_i$  – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если на каждом из имитируемых расходов при каждом измерении значения относительной погрешности преобразования значения объёмного расхода в частотный выходной сигнал не превышают  $\pm 0,05$  %.

**10.1.4** Определение приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объёмного расхода в токовый выходной сигнал

Средство измерений силы постоянного тока подключить к токовому выходу расходомера. В меню расходомера задать имитацию следующих 3-х расходов:  $Q_{эТ1}=0,1 \cdot Q_{max}$ ;  $Q_{эТ2}=0,5 \cdot Q_{max}$ ;  $Q_{эТ3}=Q_{max}$ . Каждому из имитируемых расходов  $Q_{эТi}$ , м<sup>3</sup>/ч, должна соответствовать сила тока на выходе расходомера  $I_{эТi}$ , мА, которая вычисляется по формуле:

$$I_{эТi} = \frac{16 \cdot Q_{эТi}}{Q_{уст}} + 4 \quad (11)$$

где

$Q_{уст}$  – значение объёмного расхода, соответствующее верхнему пределу токового сигнала 20 мА. Параметр настраивается в меню расходомера, м<sup>3</sup>/ч;



Приведенную к диапазону токового выхода погрешность преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал  $\gamma_i$  определяют по формуле:

$$\gamma_i = \frac{I_i - I_{\text{эт}}}{16} \cdot 100, \% \quad (12)$$

где  $I_i$  – сила тока, измеренная средством измерений силы постоянного тока, мА.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если на каждом из имитируемых расходов при каждом измерении значение приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал не превышает не превышают  $\pm 0,5\%$  ( $\pm 0,05\%$  опция).

## 10.2 Имитационный беспроливной метод

**10.2.1** Определение погрешностей расходомера с помощью Устройства имитационно-поверочного Артчек при периодической поверке

Настоящий пункт методики описывает беспроливной метод периодической поверки и распространяется на расходомеры, прошедшие ранее с положительным результатом первичную, периодическую либо внеочередную поверку проливным методом, после которой с помощью Артчек были выполнены измерения и запись установленного ряда параметров в специально выделенную область памяти электронного блока расходомера.

Артчек подключить к электронному блоку расходомера комплектом кабелей, включить питание. После загрузки ПО Артчек наблюдать на его дисплее информацию о подключенном расходомере (рисунок 1), сверить данную информацию с паспортными данными. В случае расхождения информации с паспортными данными поверку прекратить.

Перейти в меню Артчек «НАСТРОЙКИ» $\Rightarrow$ «ПЕРВИЧНАЯ ПОВЕРКА» (рисунок 2, 3). При этом Артчек считывает из специально выделенной области памяти расходомера метрологические параметры, записанные с помощью Артчек при предыдущей проливной поверке.

Если эти параметры были ранее записаны в расходомер, то их значения спустя несколько секунд выводятся на экран Артчек (рисунок 4).

Если метрологические параметры не были ранее записаны в расходомер, то выводится предупредительное сообщение об отсутствии начальных значений (рисунок 5). В этом случае имитационная поверка не может быть выполнена и ее следует прекратить.

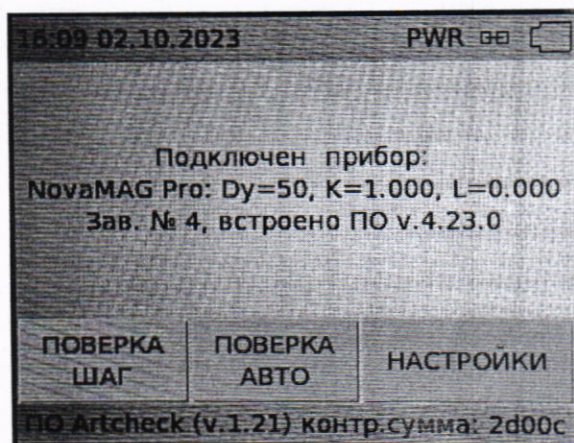


Рисунок 1 – Вид экрана с информацией о подключенном расходомере

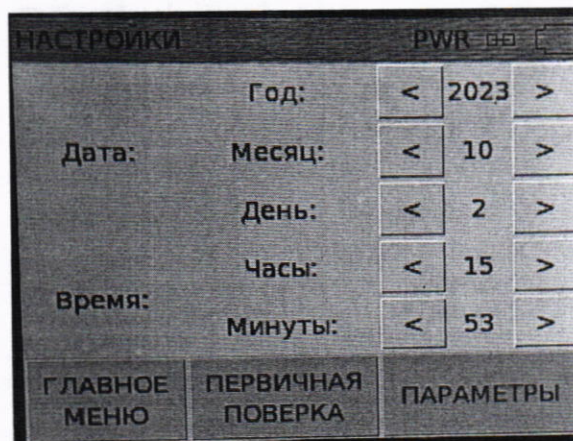


Рисунок 2 – Вид меню «НАСТРОЙКИ»



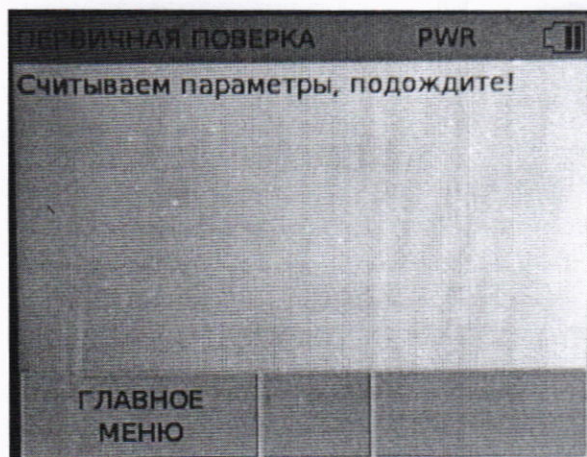


Рисунок 3 – Вид меню «ПЕРВИЧНАЯ ПОВЕРКА»

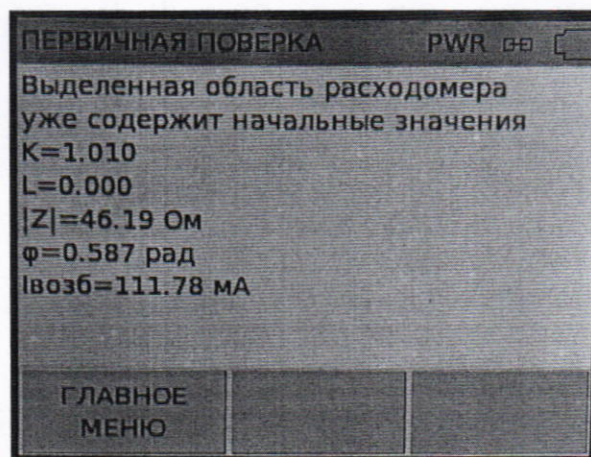


Рисунок 4 – Вид экрана индикации метрологических параметров

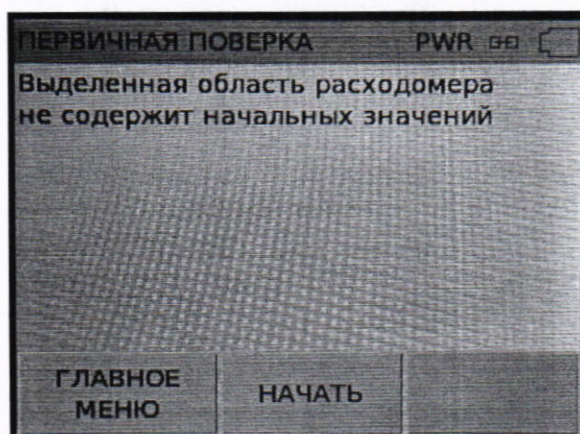


Рисунок 5 – Вид экрана с предупредительным сообщением

После вывода значений параметров на дисплей (рисунок 4), необходимо удостовериться, что имеют ненулевые значения следующие параметры:

- калибровочный коэффициент  $K$  расходной характеристики;
- модуль  $|Z|$  и фаза  $\varphi$  полного комплексного сопротивления катушки возбуждения расходомера;
- амплитуда тока возбуждения катушки  $I_{\text{возб}}$ .

Отключить питание Артчек и расходомера, рассоединить комплект кабелей. Демонтировать сенсор расходомера с трубопровода и выполнить следующие подготовительные операции:

- удалить возможные рыхлые отложения с внутренней поверхности сенсора без повреждения футеровки;
- протереть футеровку тканью, не допуская царапин;
- проверить место примыкания электродов к футеровке на предмет равномерности зазора, наличия посторонних включений;
- промыть эти места струей воды;
- проверить состояние электродов (механические повреждения, коррозия, неравномерный износ);
- протереть поверхность электродов раствором щавелевой кислоты, сполоснуть водой;
- установить на сенсор с одной стороны фланцевую заглушку и залить водой, полученной в результате отбора измеряемой среды с места нахождения измерительного участка, либо водой, близкой по составу к измеряемой среде. При отсутствии технической возможности получения необходимого количества измеряемой среды с объекта допускается



залить сенсор водопроводной питьевой водой. Температура залитой воды перед началом поверки должна быть в пределах от 15 до 30 °С;

- аккуратным помешиванием, не касаясь футеровки и электродов, добиться максимального удаления пузырьков воздуха из воды, убедиться в отсутствии в воде инородных взвешенных частиц;

- погрузить в воду по оси симметрии сенсора на глубину, на которой находятся измерительные электроды сенсора, внешний электрод из материала с высокой удельной электрической проводимостью (медь, алюминий), верхний конец которого электрически соединен с сенсором (Рисунок 6).

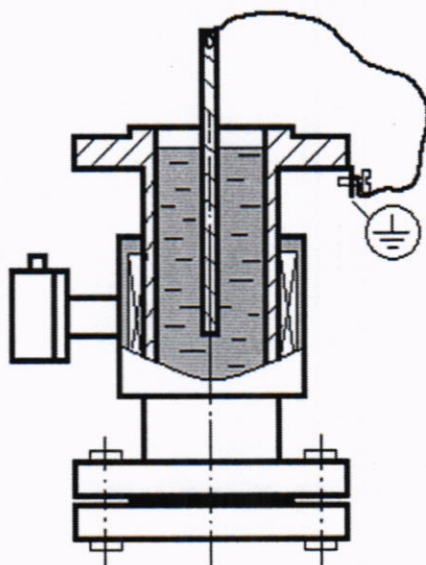


Рисунок 6 - Проверка целостности и определение величины небаланса сопротивлений электродов расходомера с помощью внешнего электрода

**Примечание:** Допускается при выполнении указанных подготовительных операций и при поверке не производить демонтаж сенсора расходомера с трубопровода, если одновременно выполняются следующие условия:

- существует электрический контакт измерительных электродов сенсора с поверхностью трубопровода через измеряемую среду вне зоны футеровки;
- трубопровод выполнен из токопроводящего материала и/или установлены заземляющие кольца. В этом случае роль внешнего электрода может выполнять ответный фланец или заземляющее кольцо;
- условия окружающей среды соответствуют требуемым условиям проведения поверки и условиям применения устройства Артчек.

Для проведения полного цикла поверки расходомера необходимо:

- подключить устройство Артчек к расходомеру;
- включить питание расходомера и устройства Артчек. Обеспечить прогрев обоих приборов в течении 30 минут. После установления рабочего режима Артчек перейти в меню «ПОВЕРКА АВТО» для проведения всего цикла поверки в автоматическом режиме или «ПОВЕРКА ШАГ» для пошагового режима. После выбора режима и запуска процесса поверки устройство Артчек определяет исправность расходомера и погрешности расходомера по следующим пунктам:

10.2.2.1 Проверка целостности электродов расходомера (распознавание обрыва цепи электродов или короткого замыкания);

10.2.2.2 Определение величины небаланса сопротивлений электродов расходомера;

10.2.2.3 Определение значения модуля  $|Z|$  импеданса  $Z$  катушки возбуждения расходомера;

10.2.2.4 Определение значения фазового угла  $\varphi$  импеданса  $Z$  катушки возбуждения расходомера;



- 10.2.2.5 Определение амплитуды тока возбуждения катушек расходомера;
- 10.2.2.6 Определение стабильности и линейности усилителя сигналов с электродов;
- 10.2.2.7 Определение погрешности преобразования расхода в частотный сигнал;
- 10.2.2.8 Определение погрешности преобразования расхода в токовый сигнал.

Устройство Артчек производит сравнение значений измеренных им величин со значениями, хранящимися в выделенной области памяти расходомера либо с установленными предельно допустимыми значениями (зависит от типа измеренного параметра) и автоматически формирует протокол поверки в формате PDF.

Поверитель может сохранить сформированный протокол поверки в памяти устройства Артчек для дальнейшего копирования на компьютер и/или вывода на печать.

Результат поверки по данному пункту считается положительным, если после сравнения устройством Артчек значений измеренных им со значениями, хранящимися в выделенной области памяти расходомера, либо с установленными предельно допустимыми значениями, в протоколе поверки по каждому пункту 10.2.2.1 – 10.2.2.8 настоящей методики указаны символы «+» в колонке результат.

При положительных результатах поверки по п.10.2.2 расходомеры допускаются к применению с пределами допускаемых относительной и приведенной погрешностей измерений объемного расхода и объема в соответствии с таблицей 4.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки по пункту 10.1 оформляют протоколом произвольной формы.

11.2 Результаты поверки выполненные при помощи Устройства имитационно-поверочного Артчек, оформляются протоколом по форме приложения А.

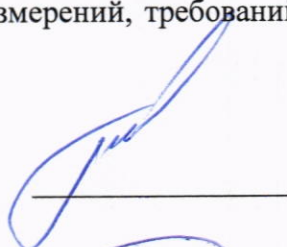
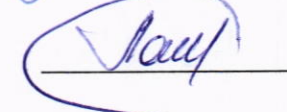
11.3 Сведения о результатах поверки расходомера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

11.4 При положительных результатах поверки расходомера по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя в паспорте расходомера. При передаче сведений о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, проведенной по пунктам 10.2.1, 10.2.2, в комментариях необходимо указать с какой погрешностью измерений расходомер признается годным к применению.

11.6 При отрицательных результатах поверки, расходомер к эксплуатации не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»

Ведущий инженер  
отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Д.П. Ломакин



Форма протокола периодической поверки  
№ \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
электромагнитного расходомера (ЭМР)

| Наименование, тип, модель ЭМР         |  | Расходомеры электромагнитные NovaMAG Pro   |                     |              |           |
|---------------------------------------|--|--|---------------------|--------------|-----------|
| Серийный/заводской номер ЭМР          |  | Дата изготовления  |                     |              |           |
| Регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ    |  | Класс точности   |                     |              |           |
| Диаметр условного прохода ППР, мм     |  | К  |                     | L            |           |
| Минимальный расход, м <sup>3</sup> /ч |  | Максимальный расход, м <sup>3</sup> /ч   |                     |              |           |
| Наименование методики поверки         |  | ГСИ. Расходомеры электромагнитные NovaMAG Pro.<br>Методика поверки МП 208-055-2023 |                     |              |           |
| Место проведения поверки              |  |  |                     |              |           |
| Средства поверки                      |  | Устройство имитационно-поверочное Артчек   |                     |              |           |
| Условия поверки                       |  | температура ____°С; влажность ____%; атмосферное давление __мм.рт.ст.              |                     |              |           |
| <b>Сенсор расходомера (ППР)</b>       |  |  |                     |              |           |
| № п/п                                 | Тестовое задание                       | Начальное значение   | Измеренное значение | Допуск       | Результат |
| 10.2.2.1                              | Целостность электродов                 |  |                     | (1.8-101)кОм |           |
| 10.2.2.2                              | Небаланс сопротивления электродов, Ом  |  |                     | ±100 Ом      |           |
| 10.2.2.3                              | Модуль импеданса  Z , Ом               |  |                     | ±2,0%        |           |
| 10.2.2.4                              | Фазовый сдвиг импеданса φ, рад         |  |                     | ±2,0%        |           |
| 10.2.2.5                              | Амплитуда тока возбуждения катушки, мА |  |                     | ±0,5%        |           |
| <b>Конвертер расходомера (ВПР)</b>    |  |  |                     |              |           |
| № п/п                                 | Тестовое задание                       | Тестовый сигнал  | Допуск              | Погрешность  | Результат |
| 10.2.2.6                              | Усилитель сигнала с электродов (10%)   | 10% шк.[код]   | ±0,5%               |              |           |
|                                       | (50%)                                  | 50% шк.[код]   | ±0,5%               |              |           |
|                                       | (90%)                                  | 90% шк.[код]   | ±0,5%               |              |           |
| 10.2.2.7                              | Частотный выход по расходу (10%)       | код=200,0 [Гц]   | ±0,05%              |              |           |
|                                       | (50%)                                  | код=1000,0 [Гц]  | ±0,05%              |              |           |
|                                       | (90%)                                  | код=1800,0 [Гц]  | ±0,05%              |              |           |
| 10.2.2.8                              | Токовый выход по расходу (10%)         | код=5,60 [мА]  | ±0,5%               |              |           |
|                                       | (50%)                                  | код=12,00 [мА]   | ±0,5%               |              |           |
|                                       | (90%)                                  | код=18,40 [мА]   | ±0,5%               |              |           |

Результат поверки: \_\_\_\_\_ (годен/негоден)

Поверитель: \_\_\_\_\_ (ФИО), \_\_\_\_\_ (подпись), \_\_\_\_\_ (дата)



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса А

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 5      | 0,00353                        | 0,01060                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,00509                        | 0,01527                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,00905                        | 0,02714                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,01414                        | 0,04241                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,03181                        | 0,09543                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,05655                        | 0,16965                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,08836                        | 0,26507                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,14476                        | 0,43429                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 0,22619                        | 0,67858                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 0,35343                        | 1,06029                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 0,59730                        | 1,79189                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 0,69272                        | 2,07816                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 0,90478                        | 2,71434                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 1,41372                        | 4,24115                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 2,20893                        | 6,62680                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 3,18086                        | 9,54259                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 5,65487                        | 16,9646                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 8,83573                        | 26,5072                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 12,7234                        | 38,1703                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 17,3180                        | 51,9541                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 22,6195                        | 67,8584                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 28,6278                        | 85,8833                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 35,3429                        | 106,029                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 50,8938                        | 152,681                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 69,2721                        | 207,816                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 90,4779                        | 271,434                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 114,511                        | 343,533                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 141,372                        | 424,115                   | 28274,3                              | 35342,9                        |
| 1200   | 203,575                        | 610,726                   | 40715,0                              | 50893,8                        |
| 1400   | 279,680                        | 839,040                   | 56110,0                              | 69920,0                        |
| 1600   | 361,912                        | 1085,73                   | 72382,3                              | 90477,9                        |

- 1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход
- 2)  $Q_t$  – переходной расход
- 3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход
- 4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход

Таблица Б.2 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса А1

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , М <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , М <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , М <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , М <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 5      | 0,00442                        | 0,01325                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,00636                        | 0,01909                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,01131                        | 0,03393                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,01767                        | 0,05301                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,03976                        | 0,11928                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,07069                        | 0,21206                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,11045                        | 0,33134                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,18096                        | 0,54287                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 0,28274                        | 0,84823                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 0,44179                        | 1,32536                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 0,74662                        | 2,23986                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 0,86590                        | 2,59770                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 1,13097                        | 3,39292                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 1,76715                        | 5,30144                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 2,76117                        | 8,28350                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 3,97608                        | 11,9282                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 7,06859                        | 21,2058                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 11,0447                        | 33,1340                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 15,9043                        | 47,7129                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 21,6476                        | 64,9427                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 28,2744                        | 84,8231                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 35,7847                        | 107,354                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 44,1787                        | 132,536                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 63,6173                        | 190,852                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 86,5902                        | 259,770                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 113,097                        | 339,292                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 143,139                        | 429,417                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 176,715                        | 530,144                   | 28274,3                              | 35342,9                        |
| 1200   | 254,469                        | 763,407                   | 40715,0                              | 50893,8                        |
| 1400   | 349,600                        | 1048,80                   | 56110,0                              | 69920,0                        |
| 1600   | 452,390                        | 1357,17                   | 72382,3                              | 90477,9                        |

1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход2)  $Q_t$  – переходной расход3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход



Таблица Б.3 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса В

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00113                        | 0,00339                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00177                        | 0,00530                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,00452                        | 0,01357                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,00707                        | 0,02121                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,01018                        | 0,03054                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,01810                        | 0,05429                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,02827                        | 0,08482                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,06362                        | 0,19085                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,11310                        | 0,33929                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,17671                        | 0,53014                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,28953                        | 0,86859                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 0,45239                        | 1,35717                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 0,70686                        | 2,12058                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 1,19459                        | 3,58378                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 1,38544                        | 4,15632                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 1,80956                        | 5,42868                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 2,82743                        | 8,48230                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 4,41786                        | 13,2536                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 6,36173                        | 19,0852                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 11,3098                        | 33,9293                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 17,6714                        | 53,0143                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 25,4469                        | 76,3406                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 34,6361                        | 103,908                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 45,2390                        | 135,717                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 57,2555                        | 171,767                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 70,6858                        | 212,058                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 101,788                        | 305,364                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 138,544                        | 415,632                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 180,956                        | 542,868                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 229,022                        | 687,067                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 282,743                        | 848,230                   | 28274,3                              | 35342,9                        |
| 1200   | 407,150                        | 1221,45                   | 40715,0                              | 50893,8                        |
| 1400   | 559,360                        | 1678,08                   | 56110,0                              | 69920,0                        |
| 1600   | 723,823                        | 2171,47                   | 72382,3                              | 90477,9                        |

1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход2)  $Q_t$  – переходной расход3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход

Таблица Б.4 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса В1

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00141                        | 0,00424                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00221                        | 0,00663                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,00565                        | 0,01696                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,00884                        | 0,02651                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,01272                        | 0,03817                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,02262                        | 0,06786                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,03534                        | 0,10603                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,07952                        | 0,23856                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,14137                        | 0,42412                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,22089                        | 0,66268                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,36191                        | 1,08573                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 0,56549                        | 1,69646                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 0,88357                        | 2,65072                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 1,49324                        | 4,47971                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 1,73180                        | 5,19541                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 2,26195                        | 6,78584                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 3,53429                        | 10,6029                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 5,52233                        | 16,5670                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 7,95216                        | 23,8565                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 14,1372                        | 42,4115                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 22,0893                        | 66,2680                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 31,8086                        | 95,4258                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 43,2951                        | 129,885                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 56,5487                        | 169,646                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 71,5694                        | 214,708                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 88,3573                        | 265,072                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 127,235                        | 381,704                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 173,180                        | 519,541                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 226,195                        | 678,584                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 286,278                        | 858,833                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 353,429                        | 1060,29                   | 28274,3                              | 35342,9                        |
| 1200   | 508,938                        | 1526,81                   | 40715,0                              | 50893,8                        |
| 1400   | 699,200                        | 2097,60                   | 56110,0                              | 69920,0                        |
| 1600   | 904,779                        | 2714,34                   | 72382,3                              | 90477,9                        |

- 1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход
- 2)  $Q_t$  – переходной расход
- 3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход
- 4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Продолжение)

Таблица Б.5 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса С

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00226                        | 0,00679                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00353                        | 0,01060                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,00905                        | 0,02714                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,01425                        | 0,04275                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,02052                        | 0,06157                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,03619                        | 0,10857                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,05700                        | 0,17101                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,12826                        | 0,38478                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,22802                        | 0,68406                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,35628                        | 1,06884                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,5837                         | 1,7512                    | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 0,9121                         | 2,7362                    | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 1,4251                         | 4,2754                    | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 2,4084                         | 7,2253                    | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 2,7932                         | 8,3797                    | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 3,6483                         | 10,945                    | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 5,7000                         | 17,101                    | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 8,9070                         | 26,721                    | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 12,826                         | 38,478                    | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 22,802                         | 68,406                    | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 35,628                         | 106,88                    | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 51,300                         | 153,91                    | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 69,830                         | 209,49                    | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 91,210                         | 273,62                    | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 115,43                         | 346,30                    | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 142,51                         | 427,54                    | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 205,22                         | 615,65                    | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 279,32                         | 837,97                    | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 364,83                         | 1094,5                    | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 461,74                         | 1385,2                    | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 570,00                         | 1710,1                    | 28274,3                              | 35342,9                        |

- 1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход  
2)  $Q_t$  – переходной расход  
3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход  
4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход

Таблица Б.6 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса С1

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00283                        | 0,00848                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00442                        | 0,01325                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,01131                        | 0,03393                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,01767                        | 0,05301                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,02545                        | 0,07634                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,04524                        | 0,13572                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,07069                        | 0,21206                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,15904                        | 0,47713                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,28274                        | 0,84823                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,44179                        | 1,32536                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 0,72382                        | 2,17147                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 1,13097                        | 3,39292                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 1,76715                        | 5,30144                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 2,98648                        | 8,95943                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 3,46361                        | 10,3908                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 4,52389                        | 13,5717                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 7,06858                        | 21,2057                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 11,0447                        | 33,1340                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 15,9043                        | 47,7130                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 28,2743                        | 84,8230                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 44,1786                        | 132,536                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 63,6172                        | 190,852                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 86,5902                        | 259,771                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 113,097                        | 339,292                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 143,139                        | 429,416                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 176,715                        | 530,144                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 254,469                        | 763,407                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 346,361                        | 1039,08                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 452,389                        | 1357,17                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 572,555                        | 1717,67                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 706,858                        | 2120,57                   | 28274,3                              | 35342,9                        |

1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход2)  $Q_t$  – переходной расход3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход



## ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Продолжение)

Таблица Б.7 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса D

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00471                        | 0,01414                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00736                        | 0,02209                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,01885                        | 0,05655                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,02945                        | 0,08836                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,04241                        | 0,12723                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,07540                        | 0,22619                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,11781                        | 0,35343                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,26507                        | 0,79522                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,47124                        | 1,41372                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,73631                        | 2,20893                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 1,20637                        | 3,61911                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 1,88496                        | 5,65487                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 2,94524                        | 8,83573                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 4,97746                        | 14,9324                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 5,77268                        | 17,3180                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 7,53982                        | 22,6195                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 11,7810                        | 35,3429                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 18,4078                        | 55,2233                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 26,5072                        | 79,5216                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 47,1239                        | 141,372                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 73,6311                        | 220,893                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 106,029                        | 318,086                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 144,317                        | 432,951                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 188,496                        | 565,487                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 238,565                        | 715,694                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 294,524                        | 883,573                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 424,115                        | 1272,35                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 577,268                        | 1731,80                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 753,982                        | 2261,95                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 954,259                        | 2862,78                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 1178,10                        | 3534,29                   | 28274,3                              | 35342,9                        |

1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход2)  $Q_t$  – переходной расход3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход

Таблица Б.8 – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров класса D1

| Ду, мм | $Q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_t$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\text{ном}}$ , м <sup>3</sup> /ч | $Q_{\max}$ , м <sup>3</sup> /ч |
|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2      | 0,00565                        | 0,01696                   | 0,11310                              | 0,14137                        |
| 2,5    | 0,00884                        | 0,02651                   | 0,17670                              | 0,22089                        |
| 4      | 0,02262                        | 0,06786                   | 0,45239                              | 0,56549                        |
| 5      | 0,03534                        | 0,10603                   | 0,70686                              | 0,88357                        |
| 6      | 0,05089                        | 0,15268                   | 1,01788                              | 1,27235                        |
| 8      | 0,09048                        | 0,27143                   | 1,80956                              | 2,26195                        |
| 10     | 0,14137                        | 0,42411                   | 2,82743                              | 3,53429                        |
| 15     | 0,31809                        | 0,95426                   | 6,36173                              | 7,95216                        |
| 20     | 0,56549                        | 1,69646                   | 11,3097                              | 14,1372                        |
| 25     | 0,88357                        | 2,65072                   | 17,6715                              | 22,0893                        |
| 32     | 1,44764                        | 4,34293                   | 28,9529                              | 36,1911                        |
| 40     | 2,26195                        | 6,78584                   | 45,2389                              | 56,5487                        |
| 50     | 3,53429                        | 10,6029                   | 70,6858                              | 88,3573                        |
| 65     | 5,97295                        | 17,9189                   | 119,459                              | 149,324                        |
| 70     | 6,92721                        | 20,7816                   | 138,544                              | 173,180                        |
| 80     | 9,04779                        | 27,1434                   | 180,956                              | 226,195                        |
| 100    | 14,1372                        | 42,4115                   | 282,743                              | 353,429                        |
| 125    | 22,0893                        | 66,2680                   | 441,786                              | 552,233                        |
| 150    | 31,8086                        | 95,4259                   | 636,173                              | 795,216                        |
| 200    | 56,5487                        | 169,646                   | 1130,97                              | 1413,72                        |
| 250    | 88,3573                        | 265,072                   | 1767,15                              | 2208,93                        |
| 300    | 127,234                        | 381,703                   | 2544,69                              | 3180,86                        |
| 350    | 173,180                        | 519,541                   | 3463,61                              | 4329,51                        |
| 400    | 226,195                        | 678,584                   | 4523,89                              | 5654,87                        |
| 450    | 286,278                        | 858,833                   | 5725,55                              | 7156,94                        |
| 500    | 353,429                        | 1060,29                   | 7068,58                              | 8835,73                        |
| 600    | 508,938                        | 1526,81                   | 10178,8                              | 12723,5                        |
| 700    | 692,721                        | 2078,16                   | 13854,4                              | 17318,0                        |
| 800    | 904,779                        | 2714,34                   | 18095,6                              | 22619,5                        |
| 900    | 1145,11                        | 3435,33                   | 22902,2                              | 28627,8                        |
| 1000   | 1413,72                        | 4241,15                   | 28274,3                              | 35342,9                        |

- 1)  $Q_{\min}$  – минимальный расход  
2)  $Q_t$  – переходной расход  
3)  $Q_{\text{ном}}$  – номинальный расход  
4)  $Q_{\max}$  – перегрузочный расход