

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



СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии

А.Е. Коломин

« 27 »

09

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Расходомеры электромагнитные NovaMAG

**Методика поверки
МП 208-052-2023**

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	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	7
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Расходомеры электромагнитные NovaMAG (далее – расходомеры), предназначены для измерения объемного расхода и объема, и устанавливает методику и последовательность их первичных и периодических 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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Опробование средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 10	Да	Да
Определение относительной погрешности расходомера при измерении объема (объемного расхода)	п. 10.1.1	Да	Да
Определение приведенной к переходному расходу погрешности расходомера при измерении объема (объемного расхода)	п. 10.1.2	Да	Да
Определение относительной погрешности воспроизведения значения объёмного расхода в частотный выходной сигнал	п. 10.1.3	Да	Да
Определение приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объемного расхода в токовый выходной сигнал	п. 10.1.4	Да	Да
Определение допускаемой, приведенной к диапазону измерения силы тока погрешности измерений силы тока	п. 10.1.5	Да	Да
Определение допускаемой абсолютной погрешности при преобразовании сопротивления в значение температуры	п. 10.1.6	Да	Да
Определение погрешностей расходомера с помощью Устройства имитационно-поверочного Артчек.	п. 10.2.1	Нет	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 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 (20 ± 5) °С;
- температура поверочной среды (20 ± 5) °С;
- дрейф температуры поверочной среды не должен превышать 3 °С/ч;
- длина прямолинейного участка трубопровода:

3.2 Прямой участок на входе расходомера не менее 5·Ду до середины первичного преобразователя расхода (далее - ППР). После расходомера прямой участок не менее 3·Ду от середины ППР. Для расходомеров с Ду свыше 300 мм не менее 3·Ду и 2·Ду до середины ППР соответственно.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки расходомеров допускают поверителей (специалистов, отвечающих требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений), изучивших настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на расходомеры, эксплуатационную документацию на средства поверки и вспомогательные технические средства, а также прошедших инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением другого обученного персонала под контролем поверителя.

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

Операции поверки требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1	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	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	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

Раздел 8 Раздел 9 Раздел 10	Измеритель влажности, температуры окружающего воздуха и атмосферного давления, диапазон измерений температуры от +10 до +30 °С с пределами допускаемой абсолютной погрешности: ±0,5 °С; диапазон измерений влажности от 30 до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности ±3 %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности ±0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6 рег. № 46434-11
п. 8.1.1, п. 8.1.2	Средство измерений электрического сопротивления. Диапазон измерений от 0,1 до 199 МОм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± (0,08 · R), R – измеренное значение электрического сопротивления изоляции.	Мегаомметр цифровой, ПрофКиП Е6-36/1 рег. № 52913-13
п. 10.1.3	Средство измерений частоты электрических сигналов. Диапазон измерений от 0,1 до 3000 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности: (5·10 ⁻⁷ +1/f _{изм} /τ _{сч})	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63/1, рег. № 9084-90
п. 10.1.4	Средство измерений силы постоянного тока. Диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± (0,00015·I + 2 е.м.р)	Калибратор токовой петли Fluke 715, рег. № 29194-05
п. 10.1.5	Калибратор с диапазоном воспроизведения силы тока от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± (0,00015·I + 2 е.м.р)	Калибратор токовой петли Fluke 715, рег. № 29194-05
п. 10.1.6	Магазин сопротивлений. Диапазон воспроизведения сопротивлений (0,02 – 111111,1) Ом, КТ 0,02/0,6·10 ⁻⁶	Магазин сопротивлений Р4831, рег. № 6332-77
п. 10.2.1	Устройство имитационно-поверочное Артчек, рег. №79585-20	
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 использовании средств измерений с электропитанием 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 средств поверки должно проводиться только при отключенном питании всех устройств.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверяют соответствие расходомеров следующим требованиям:

- внешний вид и маркировка должны соответствовать описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемый расходомер;
- отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность расходомера;
- отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки на расходомере.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если:

- внешний вид и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на поверяемый расходомер;
- отсутствуют механические повреждения, влияющие на работоспособность расходомера;
- отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей и маркировки на расходомере.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При подготовке к поверке выполняют в соответствии с эксплуатационной документацией следующие работы:

- подготавливают поверяемый расходомер и средства поверки, в зависимости от выбранного метода поверки;
- проверяют правильность монтажа электрических цепей.

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.

Для случая имитационной (беспротливной) поверки переходят к разделу 9 МП, в противном случае продолжают выполнение пунктов настоящего раздела.

8.2 При опробовании производят следующие операции:

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.

8.2.3 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.

8.2.4 В случае необходимости проводят настройку нуля расходомера.

8.2.5 Выдерживают заполненный водой расходомер в течении 10 минут. 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 пункту считается положительным, если:

- в процессе опробования расходомер функционирует в штатном режиме (отсутствуют диагностические сообщения об ошибках);
- сопротивление изоляции электродов относительно корпуса не менее 100 МОм;
- сопротивление изоляции цепей питания не менее 40 МОм;
- при увеличении или уменьшении расхода соответствующим образом изменялись показания на дисплее электронного блока расходомера.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка идентификационных данных ПО осуществляется путем входа в соответствующий раздел сервисного меню с помощью клавиатуры расходомера («О приборе»⇒«Версия ПО»).

Результат поверки считается положительным, если номер версии (идентификационный номер) ПО соответствует информации, указанной в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	Nova MAG
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	3.3
Цифровой идентификатор ПО	0x43dc

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

10.1 Пропливной метод.

Определение погрешностей расходомера при измерении объема (объемного расхода) жидкости с помощью поверочной установки проводится путем сравнения показаний расходомера с показаниями поверочной установки.

Определить соотношение пределов допускаемых погрешностей рабочего эталона и средства измерений α_p по формуле:

$$\alpha_p = \frac{\delta_{\Delta}}{\delta_{\Phi}}, \quad (1)$$

где δ_{Δ} – пределы допускаемой погрешности метода измерений эталонного объема (расхода);

δ_ϕ – пределы допускаемой относительной погрешности поверяемого расходомера, согласно сведениям из его описания типа.

Количество измерений при каждом значении объемного расхода зависит от α_p :

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. В этом случае руководствуются п.10.1.1.8 настоящей МП.

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 Определение относительной погрешности расходомера при измерении объема и объемного расхода проводится при измерениях объема.

10.1.1.1 Определение относительных погрешностей измерений объема δ_V выполняется при значениях поверочного расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в двух точках: (20-25) % от $Q_{ном}$ и (40-100) % от $Q_{ном}$, по формуле (7).

где $Q_{ном}$ - номинальный расход для данного типоразмера, указанный в Приложении Б.

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

Примечания:

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

- для расходомеров с сенсорами $300 \text{ мм} < Dy \leq 1200$ 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 $Dy > 1200$ мм, допускается в качестве наибольшего поверочного расхода установить максимальный расход установки.

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 δ_{Vj} , полученной для серии из «n» измерений:

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

где j - индекс для обозначения номера точки поверочного расхода;

i - индекс для обозначения порядкового номера отдельного измерения в j -й точке поверочного расхода, $i = \overline{1, n}$;

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

10.1.1.3 Определить СКО (S_j) среднего значения относительной погрешности δ_{Vj} :

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_{Vij} - \delta_{Vj})^2}{(n-1)}} \quad (3)$$

Если полученное значение $S_j > 0,16 \%$, то поверку приостанавливают, определяют и устраняют причину повышенного СКО¹ и повторяют серию измерений для j -й точки расхода. Если повторно полученное значение СКО удовлетворяет условию $S_j \leq 0,16 \%$, то поверку продолжают, иначе поверку прекращают.

10.1.1.4 Определить неисключенную систематическую погрешность расходомера θ_Σ по формуле:

$$\theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_\Sigma)^2 + \delta_p^2} \quad (4)$$

где δ_p – наибольшее из абсолютных значений δ_{Vj} .

10.1.1.5 Определить границы случайной составляющей погрешности расходомера ϵ по формуле:

$$\epsilon = t_{0,95} \cdot S_{\max} \quad (5)$$

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

$t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента для n измерений при доверительной вероятности $P=0,95$, выбрать из таблицы 4.

Таблица 4 – Значения коэффициентов Стьюдента t

Число степеней свободы, $n-1$	Значение $t_{0,95}$
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262
10	2,228
11	2,201
12	2,179

¹) Типичные причины повышения СКО: наличие воздуха в системе, повышенная вибрация подводящих трубопроводов, недостаточно жёсткое закрепление расходомера.

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

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

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

Если отношение $\theta_{\Sigma} / S_{\max}$ находится внутри интервала 0,8...8,0, то определить по таблице 5 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 5 – 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

10.1.1.7 Определить относительную погрешность расходомера при измерении объема δ_V по формуле:

$$\delta_V = Z_{0,95} \cdot (\theta_{\Sigma} + \varepsilon) \quad (6)$$

Значение δ_V округляют до двух знаков после запятой.

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

$$\delta_{Vi} = \frac{Vi - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (7)$$

где V_i – объем по расходомеру, м³;

$V_{\text{эт}}$ – объем по поверочной установке, м³;

10.1.2 Определение приведенной к переходному расходу погрешности расходомера при измерении объемного расхода.

Определение приведенной к переходному расходу погрешности измерений объемного расхода γ_q проводят на расходомерной установке вне зависимости от полученного значения α_p (не менее трех измерений) на расходе $Q_{\min}$ с допуском +10 %, где $Q_{\min}$ – минимальный расход, указанный в Приложении Б для данного типоразмера расходомера:

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

где

Q_i – значение расхода, полученное расходомером, м³/ч;

$Q_{\text{эт}}$ – значение расхода, полученное эталоном, м³/ч;

Q_t – значение переходного расхода расходомера, м³/ч (Приложение Б).

Результаты поверки расходомера при измерении объема и объемного расхода считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемых погрешностей расходомера

Класс расходомера	A	B	C
Пределы допускаемой приведенной к переходному расходу погрешности измерений объёмного расхода в диапазонах расходов $Q_{\min} \leq Q < Q_t$, %	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	$\pm 0,25$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма, в диапазонах расходов $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$, %	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	$\pm 0,25$

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

Примечание: 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 Устройство имитационно-поверочное Артчек подключают к расходомеру комплектом кабелей, переходят в меню Артчек «НАСТРОЙКИ» $\Rightarrow$ «ПЕРВИЧНАЯ ПОВЕРКА» и следуют указаниям на дисплее Артчека. 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 воспроизведения значения объёмного расхода в частотный выходной сигнал

Частотомер подключить к частотному выходу расходомера. В меню расходомера последовательно задать имитацию следующих 3-х расходов: $Q_{\text{эт}1}=0,1 \cdot Q_{\text{max}}$; $Q_{\text{эт}2}=0,5 \cdot Q_{\text{max}}$; $Q_{\text{эт}3}=Q_{\text{max}}$. Каждому из имитируемых расходов $Q_{\text{эт}i}$, м³/ч, должна соответствовать частота на выходе расходомера $F_{\text{эт}i}$, Гц, которая вычисляется по формуле:

$$F_{\text{эм}i} = \frac{Q_{\text{эт}i}}{Q_{\text{уст}}} \cdot F_{\text{уст}} \quad (9)$$

где

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

$Q_{\text{уст}}$ – значение объемного расхода, соответствующее верхнему пределу частоты $F_{\text{уст}}$. Параметр настраивается в меню расходомера, м³/ч;

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

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

где

F_i – значение частоты, измеренное частотомером, Гц.

Результат поверки считается положительным, если значения относительной погрешности воспроизведения 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 $Q_{эти}$, м³/ч, должна соответствовать сила тока на выходе расходомера $I_{эми}$, мА, которая вычисляется по формуле:

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

где

$Q_{уст}$ – значение объёмного расхода, соответствующее верхнему пределу токового сигнала 20 мА. Параметр настраивается в меню расходомера, м³/ч;

Приведенную к диапазону токового выхода погрешность преобразования объёмного расхода в токовый выходной сигнал γ_i определяют по формуле:

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

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

Результат поверки считается положительным, если значения приведенной к диапазону токового выхода погрешности преобразования объёмного расхода в токовый выходной сигнал не превышают $\pm 0,5\%$.

10.1.5 Определение допускаемой, приведенной к диапазону измерения силы тока, погрешности измерений силы тока (без учёта погрешности датчика и при наличии соответствующих входов).

Подключить калибратор тока к входам датчиков давления на расходомере. Задать на калибраторе тока значения, равные 5; 12; 19 мА.

В меню расходомера («Измерение» $\Rightarrow$ «Датчик давления» $\Rightarrow$ «Рmax») ввести значение давления 100 кПа в качестве верхнего предела измерения датчика.

Приведённую к диапазону измерения силы тока погрешность измерений силы тока, %, рассчитать по формуле:

$$\gamma_I = \frac{I_i - I_0}{16} \times 100, \%, \quad (13)$$

где I_i – значение силы тока, соответствующее давлению, измеренному расходомером, мА;

I_0 – значение силы тока, заданное калибратором тока, мА.

Значения I_i , мА, определить по формуле

$$I_i = \frac{16 \times P_o}{P_{max}} + 4, \quad (14)$$

где P_o – давление измеренное расходомером, кПа;

P_{max} – давление, соответствующее току 20 мА, кПа.

Результат поверки считается положительным, если значения приведенной к диапазону измерения силы тока погрешности измерений силы тока не превышает $\pm 0,5\%$.

10.1.6 Определение допускаемой абсолютной погрешности, при преобразовании сопротивления в значение температуры (без учета погрешности датчиков и при наличии соответствующих входов)

Подключить магазин сопротивлений Р4831 к соответствующим входам датчиков температуры на расходомере. Для каждого входа задать значения сопротивлений (с учётом внутреннего сопротивления магазина сопротивлений), соответствующие значениям температуры для датчиков Pt100 согласно таблице 7.

Таблица 7 – Значения тестовых сопротивлений

$t_0, ^\circ\text{C}$	0	70	150
$R_\Sigma, \text{Ом}$	100,000	127,075	157,325

Абсолютную погрешность при преобразовании сопротивления в значение температуры, $^\circ\text{C}$, рассчитать по формуле:

$$\Delta t = t_i - t_0, \quad (15)$$

где t_i – значение температуры, измеренное расходомером, $^\circ\text{C}$;
 t_0 – значение температуры, заданное магазином сопротивлений, $^\circ\text{C}$.

Результат поверки считается положительным, если допускаемая абсолютная погрешность, при преобразовании сопротивления в значение температуры, не превышает $\pm 0,2 ^\circ\text{C}$.

10.2 Беспроводной метод.

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

Настоящий пункт методики описывает беспроводный метод периодической поверки и распространяется на расходомеры класса точности А и В, прошедшие ранее с положительным результатом первичную, периодическую либо внеочередную поверку проливным методом и с применением Артчек.

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 пять метрологических параметров, записанных с его помощью при предыдущей проливной поверке, и выведет их на экран (рисунок 4).

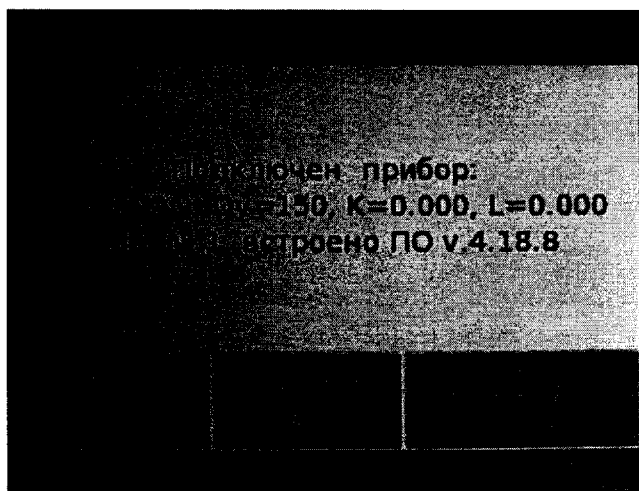


Рисунок 1 – Вид экрана с информацией о подключенном расходомере

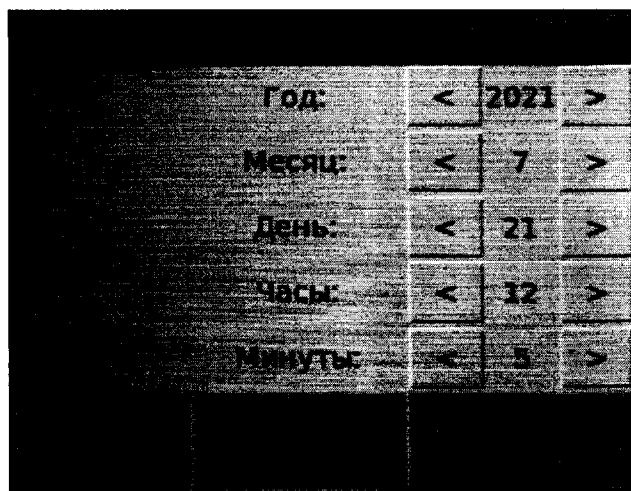


Рисунок 2 – Вид меню «НАСТРОЙКИ»

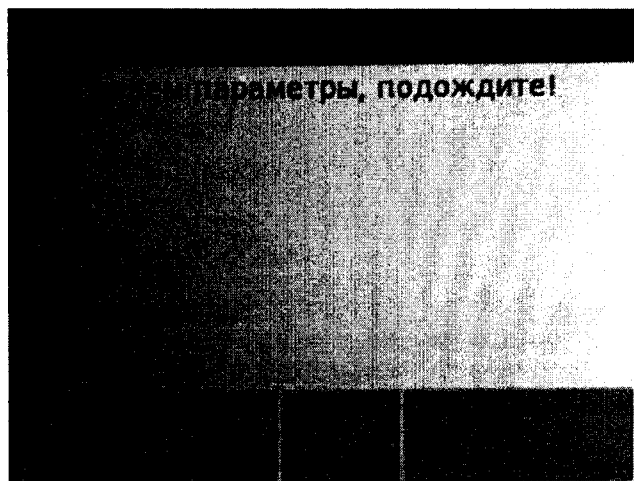


Рисунок 3 – Вид меню «ПЕРВИЧНАЯ ПОВЕРКА»

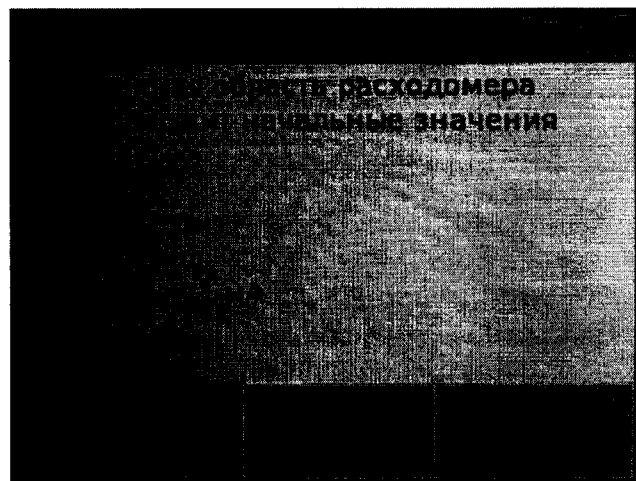


Рисунок 4 – Вид экрана индикации метрологических параметров

Удостовериться, что следующие параметры на дисплее имеют ненулевые значения:

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

Отключить питание Артчек и расходомера, рассоединить комплект кабелей. Демонтировать первичный преобразователь расхода (далее – ППР) расходомера с трубопровода и выполнить следующие подготовительные операции:

- удалить возможные рыхлые отложения с внутренней поверхности ППР 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 под избыточным давлением от 0,1 до 0,2 МПа;
- проверить состояние электродов (механические повреждения, коррозия, неравномерный износ);
- протереть поверхность электродов раствором щавелевой кислоты, сполоснуть водой.

- установить на ППР 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 ППР 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 ППР на глубину, на которой находятся измерительные электроды ППР, внешний электрод из материала с высокой удельной электрической проводимостью (медь, алюминий), верхний конец которого электрически соединен с ППР (Рисунок 5).

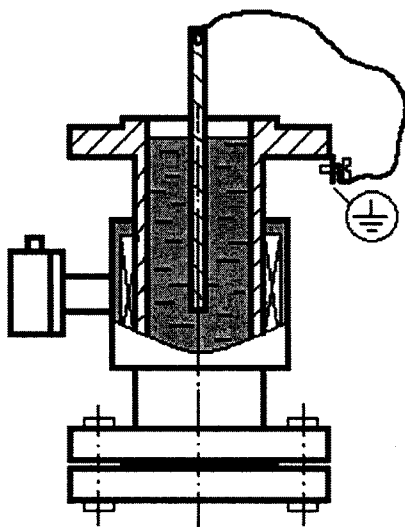


Рисунок 5 - Проверка целостности и определение величины небаланса сопротивлений электродов расходомера

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

- существует электрический контакт измерительных электродов ППР с поверхностью трубопровода через измеряемую среду вне зоны футеровки, сам трубопровод выполнен из токопроводящего материала;
- условия окружающей среды соответствуют требуемым условиям проведения поверки и условиям применения устройства Артчек.

Для проведения полного цикла поверки расходомера:

- 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:

- 10.2.1.1. Проверка целостности электродов расходомера (распознавание обрыва цепи электродов или короткого замыкания);
- 10.2.1.2. Определение величины небаланса сопротивлений электродов расходомера;
- 10.2.1.3. Определение значения модуля $|Z|$ импеданса Z катушки возбуждения расходомера;
- 10.2.1.4. Определение значения фазового угла φ импеданса Z катушки возбуждения расходомера;
- 10.2.1.5. Определение амплитуды тока возбуждения катушек расходомера;
- 10.2.1.6. Определение стабильности и линейности усилителя сигналов с электродов;
- 10.2.1.7. Определение погрешности преобразования расхода в частотный сигнал (0-2000) Гц;
- 10.2.1.8. Определение погрешности преобразования расхода в токовый сигнал (4-20) мА;
- 10.2.1.9. Определение погрешности измерения токового сигнала (4-20) мА по давлению;
- 10.2.1.10. Определение погрешности преобразования значений сопротивлений в температуру.

Примечание: Численные значения тестовых сигналов по пунктам 10.2.1.9 и 10.2.1.10 протокола могут отличаться от указанных в рекомендуемом протоколе поверки и зависят от конкретного экземпляра Устройства имитационно-поверочного Артчек.

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. Форма и содержание протокола приведены в Приложении А.

Поверитель изучает сведения, содержащиеся в протоколе. Расходомер считают прошедшим поверку с положительным результатом, если по каждому пункту испытаний с 10.2.1.1 по 10.2.1.8 в протоколе поверки указаны символы «+» в колонке «результат», а по пунктам испытаний 10.2.1.9 и 10.2.1.10 в протоколе поверки указаны символы «+» при наличии в расходомере входов для подключения датчиков давления и температуры и символы «-» при отсутствии этих входов.

При положительных результатах поверки по п. 10.2.1 расходомеры допускаются к применению с:

- пределами допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма в диапазонах расходов $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$ для расходомеров класса точности В $\pm 0,75$ %, а для расходомеров класса точности А $\pm 1,0$ %;
- приведенной к переходному расходу, погрешности измерений объёмного расхода в диапазонах расходов $Q_{\min} \leq Q < Q_t$ для расходомеров класса точности В $\pm 0,75$ %, а для расходомеров класса точности А $\pm 1,0$ %.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки проливным методом оформляют протоколом поверки произвольной формы, результаты поверки выполненные при помощи Устройства имитационно-поверочного Артчек, оформляются протоколом по форме приложения А.

11.2 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».

11.3 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 в разделе «Периодические поверки и поверки после ремонта».

11.4 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
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Ведущий инженер
отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Д.П. Ломакин

Форма протокола периодической поверки
№ _____ от "_____" _____ 20__ г.
электромагнитного расходомера (ЭМР)

Наименование, тип, модель ЭМР		Расходомеры электромагнитные NovaMAG			
Серийный/заводской номер ЭМР			Дата изготовления		
Регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ		84826-22	Класс точности		
Диаметр условного прохода ППР, мм			К	L	
Минимальный расход, м³/ч			Максимальный расход, м³/ч		
Наименование методики поверки		ГСИ. Расходомеры электромагнитные NovaMAG. Методика поверки МП 208-052-2023			
Место проведения поверки					
Средства поверки	Устройство имитационно-поверочное Артчек, S/N: _____, поверено до _____				
Условия поверки	температура _____, °C; влажность _____ %; атмосферное давление _____ мм рт. ст.				

Сенсор расходомера (ППР)					
№ п/п МП	Тестовое задание	Начальное значение	Измеренное значение	Допуск	Результат
10.2.1.1	Целостность электродов	—	—	(1,8–101) кОм	
10.2.1.2	Небаланс сопротивления электродов, Ом	—		±100 Ом	
10.2.1.3	Модуль импеданса Z , Ом			±2,0 %	
10.2.1.4	Фазовый сдвиг импеданса φ, рад			±2,0 %	
10.2.1.5	Амплитуда тока возбуждения катушки			±0,5 %	

Конвертер расходомера (ВПР)					
№ п/п МП	Тестовое задание	Тестовый сигнал	Допуск	Погрешность	Результат
10.2.1.6	Усилитель сигнала с электродов (10 %)	10% шк. [код]	±0,5 %		
	(50 %)	50% шк. [код]	±0,5 %		
	(90 %)	90% шк. [код]	±0,5 %		
10.2.1.7	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 %		
10.2.1.8	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 %		
10.2.1.9	Измерение тока (канал давления) (0 %)	3,85 [мА]	±0,5 %		
	(33 %)	8,95 [мА]	±0,5 %		
	(66 %)	13,92 [мА]	±0,5 %		
	(100 %)	18,75 [мА]	±0,5 %		
10.2.1.10	Преобразование значения сопротивления в температуру (Pt100)	82,0 [Ом]	±0,2 °C		
		181,8 [Ом]	±0,2 °C		
		82,0 [Ом]	±0,2 °C		
		181,8 [Ом]	±0,2 °C		

Результат поверки: _____ (годен/негоден)

Поверитель: _____ (ФИО), _____ (подпись), _____ (дата)

Таблица Б – Диапазоны измерений для типовых Ду расходомеров

Ду, мм	$Q_{\min}^{1)}, \text{ м}^3/\text{ч}$			$Q_t^{2)}, \text{ м}^3/\text{ч}$			$Q_{\text{ном}}^{3)}, \text{ м}^3/\text{ч}$	$Q_{\text{max}}^{4)}, \text{ м}^3/\text{ч}$
	Класс точности А	Класс точности В	Класс точности С	Класс точности А	Класс точности В	Класс точности С		
5	0,0035	0,0071	0,0142	0,0106	0,0212	0,0427	0,707	0,884
6	0,0051	0,0102	0,0205	0,0153	0,0305	0,0616	1,018	1,272
8	0,0090	0,0181	0,0365	0,0271	0,0543	0,1094	1,810	2,262
10	0,0141	0,0283	0,0570	0,0424	0,0848	0,1710	2,827	3,534
15	0,032	0,063	0,128	0,095	0,191	0,385	6,362	7,952
20	0,056	0,113	0,228	0,170	0,339	0,684	11,310	14,137
25	0,088	0,177	0,356	0,265	0,530	1,069	17,671	22,089
32	0,144	0,289	0,583	0,434	0,869	1,751	28,953	36,191
40	0,226	0,452	0,912	0,679	1,357	2,736	45,239	56,549
50	0,353	0,707	1,425	1,060	2,121	4,275	70,686	88,357
65	0,597	1,195	2,408	1,792	3,584	7,225	119,459	149,324
70	0,693	1,385	2,793	2,078	4,156	8,380	138,544	173,180
80	0,905	1,810	3,648	2,714	5,429	10,945	180,956	226,195
100	1,414	2,827	5,700	4,241	8,482	17,101	282,743	353,429
125	2,209	4,418	8,907	6,627	13,254	26,721	441,786	552,233
150	3,181	6,362	12,826	9,543	19,085	38,478	636,173	795,216
200	5,655	11,310	22,802	16,965	33,929	68,406	1130,973	1413,717
250	8,836	17,671	35,628	26,507	53,014	106,884	1767,146	2208,932
300	12,720	25,450	51,300	38,170	76,340	153,910	2544,690	3180,860
350	17,320	34,640	69,830	51,950	103,910	209,490	3463,610	4329,510
400	22,620	45,240	91,210	67,860	135,720	273,620	4523,890	5654,870
450	28,630	57,260	115,430	85,880	171,770	346,300	5725,550	7156,940
500	35,340	70,690	142,510	106,030	212,060	427,540	7068,580	8835,730
600	50,890	101,790	205,220	152,680	305,360	615,650	10178,760	12723,450
700	69,270	138,540	279,320	207,820	415,630	837,970	13854,420	17318,030
800	90,480	180,960	364,830	271,430	542,870	1094,490	18095,570	22619,470
900	114,510	229,020	461,740	343,530	687,070	1385,210	22902,210	28627,760
1000	141,400	282,700	570,000	424,100	848,200	1710,100	28274,300	35342,900
1200	203,600	407,200	-	610,700	1221,500	-	40715,000	50893,800
1600	361,900	723,800	-	1085,700	2171,500	-	72382,300	90477,900

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