

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

СОГЛАСОВАНО



Заместитель руководителя ИЦ
ФГБУ «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин

07 2022 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
Установка поверочная расходомерная «Flow Master Mini»**

Методика поверки

МП 208-037-2022

г. Москва

2022 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.....	5
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	6
10 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	6
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	11
12 Оформление результатов поверки.....	13
ПРИЛОЖЕНИЕ А	14
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	19

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая инструкция распространяется на установку поверочную расходомерную «Flow Master Mini» (далее – установка) и устанавливает методику и последовательность первичной и периодической поверок.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость установки к Государственному первичному эталону единицы объема жидкости ГЭТ216-2018 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Метрологические требования
Диапазон измерений (воспроизведения) объемного расхода жидкости, м ³ /ч	от 0,001 до 40,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости в диапазоне расхода от 0,05 до 40,00 м ³ /ч с применением МД, %	±0,02
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости в диапазоне расхода от 0,050 до 40,00 м ³ /ч с применением КР, %	±0,15
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости в диапазоне расхода от 0,001 до 0,050 м ³ /ч с применением КР, %	±0,30

В методике поверки реализован метод косвенных измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – операции поверки

Наименование операции	Номер пункта/раздела методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	Раздел 10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 12	Да	Да

2.2 При получении отрицательных результатов проверки на любом из этапов, установка считается не прошедшей поверку и дальнейшие процедуры по поверке не проводятся.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

Параметры окружающей среды:

- температура: от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более: 80%;
- атмосферное давление: от 90 до 106,7 кПа;

Параметры рабочей жидкости:

- водопроводная вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001.
- температура от + 15 до + 25 °С;
- давление до 0,5 МПа;
- дрейф температуры рабочей жидкости, не более: 2 °С/ч.

3.2 Наличие воздуха в установке (измерительном участке) не допускается.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации и прошедший инструктаж по технике безопасности. Допускается проводить поверку с привлечением обученного персонала, под непосредственным руководством поверителя.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров применяют средства измерений и эталоны, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – средства поверки

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
10.1	Средство измерений плотности. Диапазоне от 900 до 1100 кг/м ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,0001 г/см ³	Рефрактометр-плотномер модели DM40 рег. № 44178-10
10.1	Средство измерений температуры. Диапазон измерений от 5 до 50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ±0,1 °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 рег. № 61806-15
10.2	Средство измерений частоты. Диапазон измерения частоты от 1 до 100 кГц, $\delta f = \pm \delta\omega + 1/fx \cdot tсч$; $\delta f = \pm 5 \cdot 10^{-6}$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-88. рег. № 41190-09
10.1	Средство измерений массы. Диапазон измерений от 0,01 до 600 кг, пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне до 150 кг ±20 г, свыше 150 кг ±40 г	Весы электронные модели KD-600 «METTLER TOLEDO» рег. №45158-10
10.1	Средство измерений массы. Диапазон измерений от 0,001 до 60 кг, пределы допускаемой абсолютной по-	Весы электронные модели KB-60s.2 «METTLER

	грешности в диапазоне до 15 кг ± 2 г, свыше 15 кг ± 4 г	TOLEDO» рег. №45158-10
10.3	Средство измерений массы. Диапазон измерений от 0,0005 до 3,1 кг, пределы допускаемой абсолютной погрешности в диапазоне измерений: от 0,5 г до 500 г включ. ± 50 мг, св. 500 г до 2000 г включ. ± 100 мг, св. 2000 г до 3100 г включ. ± 150 мг	Весы лабораторные электронные неавтоматического действия ВЛТЭ-3100С рег. №69452-17
10.2	Генераторы сигналов произвольной формы. Диапазон воспроизведения частот прямоугольного сигнала от 10 Гц до 100 кГц, Допускаемая относительная погрешность $\pm (2 \cdot 10^{-5})$	Генератор сигналов произвольной формы 33220А. рег. №32993-09
10.3	Секундомер механический. Диапазон измерений до 60 мин; цена деления 0,2 с; класс точности 2.	Секундомер механический СОСпр-26-2-010 Рег. № 11519-11

Примечания:

1. Допускается применение других аналогичных средств измерений, не приведенных в разделе 5, но обеспечивающих определение метрологических характеристик установки с требуемой точностью;
2. Все средства измерений должны быть поверены, эталоны аттестованы.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые:
- правилами безопасности труда, действующими в поверочной лаборатории;
 - правилами безопасности, действующими на предприятии;
 - правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

- 7.1 При внешнем осмотре установки проверяют:
- комплектность должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации на установку;
 - табличка должна быть читаемой;
 - маркировка установки должна соответствовать данным, указанным в эксплуатационной документации. Целостность маркировочных табличек на установке не должна быть нарушена;
 - на составных частях установки отсутствуют внешние механические повреждения и дефекты покрытий, влияющих на ее работоспособность;
 - заводской номер должен соответствовать записи в эксплуатационной документации.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки установка должна быть подготовлена к работе согласно руководству по эксплуатации. Проверить герметичность соединения гидравлической системы рабочим давлением.

8.2 При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационной документацией:

- включают насос и убеждаются в поступлении потока воды в мерник, весовой резервуар;
- определяют работоспособность сигнализаторов уровня, клапанов и пульта управления МД;
- подключают поочередно модули малых расходов и поверки ротаметров;
- изменяя расход воды через каждую линию, убеждаются в соответствии показаний дисплея контрольных расходомеров (далее – КР) заданным значениям расхода.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверить соответствие идентификационных данных программного обеспечения (ПО). Для этого, согласно эксплуатационной документации, необходимо войти в меню «Версия электроники» и считать номер версии.

Полученное значение идентификационных данных ПО указать в протоколе поверки.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение вместимости и погрешности МД

10.1.1 Подключение мерника динамического (далее – МД) осуществить согласно руководству по эксплуатации установки. МД отсоединяют от гидравлической системы установки. В рабочий резервуар опустить погружной насос, который соединен с МД. Заполнить МД жидкостью из рабочего резервуара до срабатывания верхнего сигнализатора уровня. Далее слить жидкость из МД в весовой резервуар, установленный на весах до срабатывания нижнего сигнализатора уровня.

Записать показания весов $M_{из}$, температуру жидкости в МД $t_{жм}$ и в весовом резервуаре $t_{БВ}$, а также температуру $t_{возд}$, давление $P_{возд}$ и относительную влажность (hr) окружающей среды.

Измерить плотность жидкости $\rho_{ж}$, взяв пробу из весового резервуара. Значение плотности жидкости $\rho_{ж}$ определить по данным анализа, проведенного с помощью плотномера, с учетом измеренного значения ее температуры $t_{БВ}$ в весовом резервуаре.

Измерения повторяют два раза ($n = 2$).

10.1.2 Вычислить поправку K_{Vi} (безразмерная величина) на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха вычислять по формуле:

$$K_{Vi} = 1 + \frac{\rho_{возд\ i}}{\rho_{ж\ i}} \quad (1)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости на весах в момент измерений массы, кг/м^3 ;
 $\rho_{возд}$ – плотность воздуха, кг/м^3 ;
 i – индекс измерений.

10.1.3 Вычислить плотность воздуха $\rho_{возд}$, кг/м^3 , по формуле:

$$\rho_{возд} = \frac{0,34848 \cdot P_{возд} \cdot 10 - 0,009024 \cdot (hr) \cdot e^{0,0612 \cdot t_{возд}}}{273,15 + t_{возд}} \quad (2)$$

где $P_{возд}$ - атмосферное давление, кПа;
 (hr) - относительная влажность воздуха, %;
 $t_{возд}$ - температура воздуха, °С.

10.1.4 Массу жидкости $M_{п\ i}$, кг, с учетом поправки K_{Vi} на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха вычислять по формуле:

$$M_{пi} = M_{изi} \cdot K_{Bi} \quad (3)$$

10.1.5 Объем жидкости в весовом резервуаре V_i , дм^3 , вычислять по формуле:

$$V_i = 10^3 \cdot \frac{M_{пi}}{\rho_{ж}} \quad (4)$$

где i – индекс измерений объема;

$M_{пi}$ – масса жидкости с учетом поправки, кг;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, кг/м^3 .

10.1.6 Вместимость МД, при 20°C , дм^3 , при каждом измерений вычислить по формуле:

$$V_{M20i} = V_i \cdot \left[\frac{1}{1 + 3 \cdot \alpha \cdot (t_{жмi} - 20)} \right] \cdot [1 - \beta \cdot (t_{БВi} - t_{жмi})] \quad (5)$$

где $t_{БВi}$ – температура жидкости в весовом резервуаре, $^\circ\text{C}$.

$t_{жмi}$ – температуру жидкости в МД, $^\circ\text{C}$;

α – температурный коэффициент линейного расширения МД, $1/^\circ\text{C}$. Для МД из состава установки $\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$;

β – температурный коэффициент объемного расширения жидкости, ($\beta = 2,6 \cdot 10^{-4} /^\circ\text{C}$).

V_i – объем жидкости в резервуаре, дм^3 .

10.1.7 Вместимость МД, при 20°C , дм^3 , определить, как среднее арифметическое из n измерений:

$$V_{M20} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{M20i} \quad (6)$$

где i – индекс измерений объема;

n – количество измерений.

10.1.8 Абсолютную погрешность определения коэффициента K_{Bi} вычислять по формуле:

$$\Delta K_{Bi} = 1,2 \sqrt{\left(\frac{1}{\rho_{жi}} \cdot \Delta \rho_{возд} \right)^2 + \left(\frac{\rho_{воздi}}{\rho_{жi}^2} \cdot \Delta \rho_{ж} \right)^2} \quad (7)$$

где $\Delta \rho_{возд}$ – абсолютная погрешность вычисления плотности воздуха, кг/м^3 , вычисленная по формуле (9);

$\Delta \rho_{ж}$ – абсолютная погрешность измерения плотности жидкости, кг/м^3 .

Абсолютную погрешность определения вместимости МД ΔV_i , дм^3 , вычислять по формуле:

$$\Delta V_i = \frac{1,2 \cdot 10^3}{\rho_{жi}} \sqrt{(K_{Bi} \cdot \Delta M_{из})^2 + (M_{изi} \cdot \Delta K_{Bi})^2 + \left(\frac{M_{изi} \cdot K_{Bi} \cdot \Delta \rho_{ж}}{\rho_{жi}} \right)^2} \quad (8)$$

где $\Delta M_{из}$ – абсолютная погрешность измерения массы, кг;

ΔK_{Bi} – абсолютная погрешность определения коэффициента K_{Bi} ;

$\Delta \rho_{ж}$ – абсолютная погрешность измерения плотности жидкости, кг/м^3 .

Абсолютную погрешность определения плотности воздуха $\Delta \rho_{возд}$, кг/м^3 вычислять по формуле:

$$\Delta \rho_{возд} = \rho_{возд} \cdot \delta \rho_{возд} \quad (9)$$

где $\rho_{возд}$ – плотность воздуха, вычисленная по формуле (2);

$\delta \rho_{возд} = 2 \cdot 10^{-4}$ – неопределенность определения плотности воздуха в соответствии с приложением Е ГОСТ OIML R 111-1-2009.

Относительную погрешность измерений объема жидкости вычислять по формуле:

$$\delta_{V_i} = \frac{\Delta_{V_i}}{V_{M20_i}} \cdot 100\% \quad (10)$$

10.2 Определение погрешности пульта управления МД

Определение погрешности пульта управления (далее - ПУ) МД осуществлять в режиме счета количества выходных импульсов поверяемого КР.

Проверку проводить методом измерений количества выходных импульсов между срабатыванием «старт»-«стоп»-сигналов от сигнализаторов уровня МД.

Подключить к ПУ МД генератор и частотомер в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 1.

На генераторе установить последовательно значения частоты выходного сигнала, соответствующие наибольшему и наименьшему значениям расхода (1000 и 100 Гц соответственно). Параметры импульсов генератора должны соответствовать параметрам выходного сигнала КР.

Частотомер настроить на режим измерений количества импульсов с внешним управлением начала и окончания счета.

Импульсом «старт» запустить счет импульсов частотомером и ПУ МД. После набора не менее 10000 импульсов сигналом «стоп» остановить счет. Записать показания со частотомера и ПУ МД

Измерение повторить не менее трех раз.

Погрешность ПУ МД Δ_{N_i} вычислить по формуле:

$$\Delta_{N_i} = N_{ПУ i} - N_{част i} \quad (11)$$

где $N_{ПУ i}$, $N_{част i}$ – количество импульсов по ПУ и частотомеру;
 i – индекс измерения.

Относительную погрешность ПУ $\delta_{N_{ПУ}}$ вычислить по формуле:

$$\delta_{N_{ПУ}} = \frac{\Delta_{N_i}}{N_{част i}} \cdot 100\% \quad (12)$$

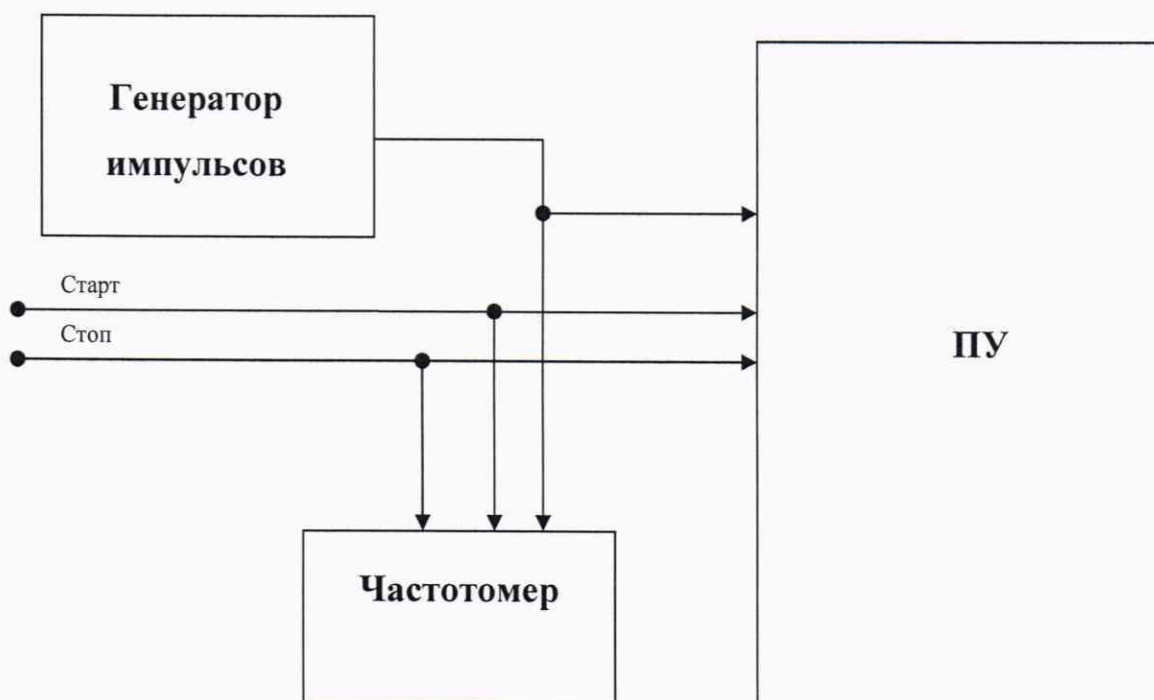


Рисунок 1 - схема подключения ПУ МД и средств проверки

10.3 Определение метрологических характеристик контрольных расходомеров

10.3.1 Определение метрологических характеристик КР установки.

Поверку КР типоразмеров DN10, DN25, DN40, DN50 проводят в условиях их эксплуатации по МД в комплекте с ПУ МД.

Вместо поверяемого расходомера в линию установить катушку замещения, через которую будет поступать жидкость в МД. Частотный регулятор насоса перевести в режим ручного управления и задать необходимый расход. На ПУ МД нажать кнопку «старт», после чего происходит заполнения мерника с автоматическим подсчетом импульсов. После завершения измерения записать показания счетчика импульсов на пульте управления МД. Объем, измеренный КР, сравнить с известным объемом МД.

Измерения проводить на расходах $Q_1..Q_5$ в соответствии с Приложением Б. В каждой точке повторить измерения три раза. Расход в каждой точке устанавливать с отклонением не более $\pm 3,0\%$.

Значение коэффициента преобразования $K_{КР}$ вычислить по формуле:

$$K_{КР} = \frac{Q_{наиб}}{3600 \cdot F_{наиб}} \quad (13)$$

где $Q_{наиб}$ – верхний предел измерений КР, м³/ч;

$F_{наиб}$ – частота, соответствующая верхнему пределу измерений КР, Гц.

При каждом измерении записывать следующие значения:

- количество импульсов выходного сигнала КР, N_{ij} , имп.;
- температура $T_{КР}$ жидкости у КР, °С; МПа;
- температура жидкости в мернике, T_M , °С.

Вместимость МД при температуре жидкости 20 °С V_{20} , дм³, приводят к условиям поверки КР по следующей формуле для каждого измерения:

$$V_{ij} = V_{20} \cdot [1 + 3 \cdot \alpha \cdot (T_M - 20)] \cdot [1 + \beta \cdot (T_{КР} - T_M)] \quad (14)$$

где V_{20} – вместимость МД при поверке, дм³;

$T_M, T_{КР}$ – температура жидкости в мернике и в измерительной линии с КР, °С;

α – коэффициент линейного расширения материала стенок МД, 1/°С ($\alpha = 1,6 \cdot 10^{-5}/°С$);

β – коэффициент объемного расширения жидкости, 1/°С ($\beta = 2,6 \cdot 10^{-4}/°С$);

i, j – индексы номера измерений и номера точки расхода.

Измеренный КР объем $V_{КРij}$, дм³, жидкости вычисляют по формулам:

$$V_{КРij} = 10^3 \cdot K_{КР} \cdot N_{ij} \quad (15)$$

где $K_{КР}$ – коэффициент преобразования КР, м³/имп.;

N_{ij} – количество импульсов КР, имп.

Погрешность КР $\delta_{V_{КРij}}$, %, при измерении объема жидкости вычислить по формулам:

$$\delta_{V_{КРij}} = \left(\frac{V_{КР} - V_M}{V_M} \right)_{ij} \cdot 100\% \quad (16)$$

где $V_{КР}$ – объем, определенный по формуле (15), дм³;

V_M – объем мерника, определенный по формуле (14), дм³.

10.3.2 Определение метрологических характеристик КР модуля малых расходов

Подключить модуль малых расходов к гидравлической линии согласно схеме, приведенной в Приложение В.

Измерения проводить на расходах $Q_1..Q_5$ в соответствии с Приложением Б.

Измерить плотность жидкости $\rho_{ж}$, взяв пробу из весового резервуара. Значение плотности жидкости $\rho_{ж}$ определить по данным анализа, проведенного с помощью плотномера, с учетом измеренного значения ее температуры $t_{БВ}$ в весовом резервуаре.

Удалить воздух с измерительной линии путем подачи давления и открытия шаровых кранов (далее – кран) 1, 2, 3, 6, 7, 9, 11 согласно схеме, приведенной в Приложении Д.

Далее перекрыть все краны и слить воду из емкости 12.

Открыть краны 1, (2 – при поверке КР OPTIFLUX 5300 DN2,5 или 3 – при поверке OPTIMASS 3300 S01), 7, 11. При помощи регулирующего клапана 8 и (или) насоса установить нужный расход через КР в соответствии с Приложением Б. Закрыть клапан 11.

Слить воду из емкости и настроить нулевую отметку (тару) весов с учетом массы емкости. Зафиксировать начальные значения накопленного объема КР.

Открыть клапан 11 и на установленном расходе провести поверку. Время измерения и значение расхода для каждого КР приведено Приложение В.

По прошествии установленного времени измерений перекрыть клапан 11. Зафиксировать конечные значения накопленного объема на КР и массы жидкости в емкости 12 на весах 13.

Откорректировать показания весов рассчитать поправку на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха $K_{Вi}$ по формулам (3) и (4).

Объем жидкости в емкости на весах вычислить по формуле (4).

10.4 Определение метрологических характеристик измерительных каналов измерительно-вычислительного комплекса

Запустить ПО в тестовом режиме Testmodus. Выбрать в качестве КР OPTIFLUX 5300 DN25 и малый насос.

На вход установки подключить генератор вместо поверяемого СИ. Настроить генератор на выдачу пачки импульсов в количестве 10 000 импульсов с частотой 500 Гц, размах импульсов не менее 10 В.

В режиме ручного запуска установить в ПО ИВК подсчет до 30 000 импульсов (столбец «pulse»). Установить расход 5 м³/ч, нажать кнопку start counting.

После начала подсчета запустить генератор на подачу пачки импульсов.

После того, как генератор сформирует 10 000 импульсов подсчет ПО ИВК автоматически остановится.

Необходимо зафиксировать значение количества импульсов $N_{ИВКi}$, которое измерила установка.

Абсолютную погрешность ИВК $\Delta_{ИВКi}$ вычислить по формуле:

$$\Delta_{ИВКi} = N_{ИВКi} - N_{ГЕНi} \quad (17)$$

где $N_{ИВКi}$, $N_{ГЕНi}$ – количество импульсов по данным ИВК и сформированное генератором;

i – индекс измерения.

Относительную погрешность ИВК $\delta_{N_{ИВК}}$ вычислить по формуле:

$$\delta_{N_{ИВК}} = \frac{\Delta_{ИВК}}{10000} \cdot 100\% \quad (18)$$

10.5 Определение погрешности задания расхода

10.5.1 В ИВК для каждого из двух насосов установить поочередно минимальный и максимальный расходы жидкости. Записывать показания расхода по монитору ИВК не менее трех раз.

10.5.2 В модуле малых расходов задать 0,001 и 0,2 м³/ч в ручном режиме. В течение 3 минут с интервалом 1 минута регистрировать показания расхода по дисплею КР OPTIMASS 3300 S01 и OPTIFLUX 5300 DN2,5

10.5.3 Для каждой точки расхода вычисляют относительную погрешность задания расхода по формуле:

$$\delta_{pj} = \frac{(Q_{ij} - Q_{3j})_{\text{макс}}}{Q_{3j}} \cdot 100\% \quad (19)$$

где δ_{pj} – погрешность задания расхода в j -той точке;
 Q_{ij} – установившееся значение расхода при i -том измерении на j -той точке расхода по показаниям ИВК;
 Q_{3j} – заданное значение расхода, введенное в ИВК или по дисплею КР модуля малых расходов:
 i – индекс номера измерения для заданной точки расхода;
 j – индекс заданной точки поверки (на максимальном или минимальном расходе).

10.6 Определение стабильности расхода

Стабильность расхода рабочей жидкости при работе с КР определять на наибольшем и наименьшем значениях расхода для каждого насоса, а для модуля малых расходов на расходах 0,001 и 0,2 м³/ч в ручном режиме. Зарегистрировать значения расхода по монитору ИВК и дисплею расходомеров модуля малых расходов не менее одиннадцати раз.

Для каждой точки вычисляют среднее значение расхода по формуле:

$$Q_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ij} \quad (20)$$

где Q_{ij} – объемный расход;
 i – индекс (номер) измерения;
 j – индекс (номер) установленного расхода при определении стабильности;
 n – количество измерений.

На каждом расходе вычислить оценку среднеквадратического отклонения S_j результатов измерений по формуле:

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{ij} - Q_j)^2}{n(n-1)}} \quad (21)$$

Предельное значение нестабильности расхода δ_j для каждой точки вычисляют по формуле:

$$\delta_j = t_{0,95} \cdot \frac{S_j}{Q_j} \quad (22)$$

где $t_{0,95}$ – коэффициент Стьюдента. Значение коэффициента приведено в Приложении Г

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Установка соответствует предъявляемым к нему метрологическим требованиям при выполнении следующих условий:

11.1 При внешнем осмотре по разделу 7:

- внешний вид и маркировка соответствуют описанию типа и эксплуатационной документации на установку;
- На установке не обнаружено внешних механических повреждений и дефектов,

препятствующих проведению поверки.

11.2 При опробовании по разделу 8:

- Насос, сигнализаторы уровня, клапана, пульт управления работоспособны%;
- при изменении расхода через каждую линию, показания дисплея контрольных расходомеров изменяются и соответствуют изменению расхода, заданного на ИВК.

11.3 При проверке программного обеспечения по разделу 9:

- Номер версии программного обеспечения соответствует сведениям, приведенным в описании типа СИ.

11.4 При выполнении операций по пункту 10.1:

- Разность между двумя значениями вместимости $V_{M 20i}$ не должна превышать половину абсолютной погрешности $\Delta_{V max}$ определения вместимости:

$$|V_{M 20_1} - V_{M 20_2}| \leq 0,5 \cdot \Delta_{V max} \quad (23)$$

- При периодической поверке отклонение полученного значения вместимости $V_{M 20}$ МД от данных предыдущей поверки $V_{M 20пред}$ не должно превышать погрешности определения вместимости МД $\Delta_{V max}$:

$$|V_{M 20_1} - V_{M 20_2}| \leq 0,5 \cdot \Delta_{V max} \quad (24)$$

- Значение относительной погрешности измерений объема $\delta_{V i}$ жидкости не должно превышать $\pm 0,02$ %.

11.5 При выполнении операций по пункту 10.2:

- Значение погрешности ПУ МД $\Delta_{N i}$ не должно превышать ± 1 импульс.

11.6 При выполнении операций по пункту 10.3:

- Значение погрешности $\delta_{V_{KPIj}}$ для каждого измерения во всем диапазоне измерений КР ОTRFLUX DN10, DN25, DN40, DN50 не должны превышать $\pm 0,12$ %;

- Значение погрешности $\delta_{V_{KPIj}}$ в диапазоне измерений от 50 до 200 $\text{дм}^3/\text{ч}$ для КР OPTIFLUX DN2,5 не должны превышать $\pm 0,15$ %;

- Значение погрешности $\delta_{V_{KPIj}}$ во всем диапазоне измерений КР OPTIMASS S01 и в диапазоне измерений от 19 до 50 $\text{дм}^3/\text{ч}$ для КР OPTIFLUX DN2,5 $\pm 0,3$ %.

11.7 При выполнении операций по пункту 10.4:

- Значение погрешности ИВК $\Delta_{ИВК i}$ не должно превышать ± 1 импульс.

11.8 При выполнении операций по пункту 10.5

- Максимальное значение погрешности для каждой точки расхода не должно превышать $\pm 2,0$ %.

11.9 При выполнении операций по пункту 10.6:

- Значения δ_j для каждой линии не должны превышать $\pm 2,0$ %.

11.10 Относительную погрешность установки (доверительные границы суммарной погрешности) при использовании контрольных расходомеров OPTIFLUX 5300 DN10, DN25, DN40, DN50 при измерении объема жидкости вычисляют по формуле:

$$\delta_{VY} = \pm 1,2 \sqrt{\delta_{V_{KPIj}}^2 + \delta_{N_{ИВК}}^2} \quad (25)$$

где $\delta_{V_{KPIj}}$ – значение, вычисленное по формуле (16);

$\delta_{N_{ИВК}}$ – значение, вычисленное по формуле (18).

Значения погрешностей δ_{VY} не должны превышать $\pm 0,15$ %.

Относительную погрешность установки δ_{vy} при использовании контрольных расходомеров OPTIFLUX 5300 DN2,5 и OPTIMASS 3300 S01 принимают равной погрешность расходомера, определенной в пункте 10.3.2. Значения погрешностей δ_{vy} не должны превышать должна превышать $\pm 0,3 \%$ при расходах от $0,001 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $0,050 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $\pm 0,15 \%$ при расходах от $0,050 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $0,200 \text{ м}^3/\text{ч}$.

11.11 Относительную погрешность установки (доверительные границы суммарной погрешности) при использовании МД при измерении объема жидкости вычисляют по формуле:

$$\delta_{vy} = \pm 1,2 \sqrt{\delta_i^2 + \delta_{N_{ПВ}}^2} \quad (26)$$

где δ_i – значение, вычисленное по формуле (10);

$\delta_{N_{ПВ}}$ – значение, вычисленное по формуле (12).

Значения погрешностей δ_{vy} не должны превышать $\pm 0,02 \%$.

11.12 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону.

При положительных результатах поверки установка в зависимости от пределов допускаемой относительной погрешности (доверительных границ суммарной погрешности) и диапазона измерений, при применении контрольных расходомеров соответствует рабочему эталону 2 разряда/ 3 разряда единиц объема жидкости в потоке и/или объемного расхода жидкости в соответствии с ГПС (часть 1), при использовании МД соответствует рабочему эталону 1 разряда единиц объема жидкости в соответствии с ГПС (часть 3).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

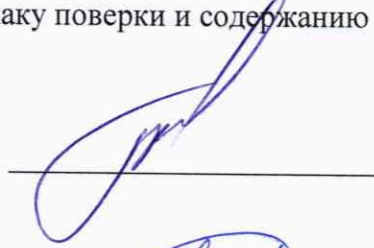
12.1 Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют свидетельство о поверке по установленной форме в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

12.4 При отрицательных результатах поверки установка 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 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования 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

Приложение А
Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ от _____ № _____	
	на __ стр.
Наименование СИ	Установка поверочная расходомерная
Тип СП	«Flow Master mini»
Рег. номер в ФИФ ОЕИ	56353-14
Зав. №	КАР 01
Год выпуска	2012
Завод-изготовитель	KROHNE Messtechnik GMBH
Наименование нормативного документа, на основании которого выполнена поверка:	
Эталоны, СИ и вспомогательное оборудование при необходимости (тип, номер, срок очередной аттестации/поверки)	
Условия поверки	
Температура окружающего воздуха, °С	
Атмосферное давление, кПа	
Относительная влажность воздуха, %	
Температура поверочной среды, °С	

Результаты поверки

№ п/п	Наименование операции	Номер пункта МП	Полученные значения	Допускаемые значения	Вывод
1	2	3	4	5	6
1	Внешний осмотр средства измерений	7			
2	Подготовка к поверке и опробование	8			
3	Проверка ПО СИ	9			
4	Определение вместимости и погрешности	10.1	см. таблицу А.1		
5	Определение погрешности пульта управления МД	10.2	см. таблицу А.2		
6	Определение метрологических характеристик контрольных расходомеров	10.3	см. таблицу А.3 таблицу А.4		
7	Определение метрологических характеристик измерительных каналов измерительно-вычислительного комплекса	10.4	см. таблицу А.5		
8	Определение погрешности задания расхода	10.5	см. таблицу А.6		
9	Определение стабильности расхода	10.6	см. таблицу А.7		

Таблица А.1 - результаты определения вместимости МД

Наименование характеристики	Измерение 1	Измерение 2
Температура окружающей среды, $t_{\text{возд}}$, °С		
Относительная влажность воздуха, (hr) , %		
Атмосферное давление, $P_{\text{возд}}$, кПа		
Температура воды в мернике, $t_{\text{жм}}$, °С		
Температура воды в весовом резервуаре, $t_{\text{БВ}}$, °С		
Показания весов, $M_{\text{ИЗ}}$, кг		
Плотность воздуха, $\rho_{\text{возд}}$, кг/м ³		
Плотность жидкости, $\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³		
Поправка на влияние выталкивающей силы воздуха, $K_{\text{В}i}$		
Масса с учетом поправки, $M_{\text{П}}$, кг		
Вместимость мерника при условиях измерения, V_i , дм ³		
Вместимость мерника при 20 °С, $V_{\text{М}20}$, дм ³		
Коэффициент линейного расширения материала мерника, α , 1/°С		
Коэффициент объемного расширения воды, β , 1/°С		
Погрешность измерения массы, $\Delta M_{\text{ИЗ}}$, кг		
Погрешность измерения плотности жидкости, $\Delta \rho_{\text{жс}}$, кг/м ³		
Погрешность измерения температуры жидкости, °С		
Погрешность измерения температуры воздуха, °С		
Погрешность измерения атмосферного давления воздуха, кПа		
Погрешность вычисления плотности воздуха, $\Delta \rho_{\text{возд}}$, кг/м ³		
Погрешность вычисления поправки $\Delta K_{\text{В}i}$		
Погрешность вычисления объема абсолютная, ΔV , дм ³		
Погрешность вычисления объема относительная, δ_V , %		

Относительная погрешность измерений объема _____

в соответствии с пунктом 10.1 методики поверки признается годным/не годным

Таблица А.2 – результаты определения погрешности ПУ МД

i	F, Гц	$N_{\text{част } i}$, имп.	$N_{\text{ПУ } i}$, имп.	ΔN_i , имп.	$\delta_{\text{НИВК}}$, %	$\Delta N_{\text{доп}}$, имп. ±1

Абсолютная погрешность ПУ МД _____

в соответствии с пунктом 10.2 методики поверки признается годным/не годным

Таблица А.3 – результаты определения метрологических характеристики КР

Наименование		измерение			измерение			измерение		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Установленный расход [м ³ /час]	Q_i									
Максимальный расход (шкала) КР [м ³ /час]	$Q_{\text{наиб}}$									
Максимальная частота КР [Гц]	$F_{\text{наиб}}$									
Коэффициент преобразования [м ³ /имп]	$K_{\text{КР}}$									
Температура воды в линии [°С]	$T_{\text{КР}}$									
Средняя температура воды в мернике [°С]	$T_{\text{жм}}$									
Коэфф. линейного расширения мерника [1/°С]	α									
Коэффициент объемного расширения воды [1/°С]	β									
Объем мерника при текущих условиях [дм ³]	$V_{\text{м}i}$									
Количество импульсов	N									
Объем воды, измеренный КР [дм ³]	$V_{\text{КР}}$									
δ КР [%]	$\delta_{\text{Vэпр}}$									

Постоянная расходомера G_k _____
 Максимальная погрешность в рабочем диапазоне измерений, % _____
 в соответствии с пунктом 10.3 КР признается годным/не годным.

Таблица А.4. – результаты определения метрологических характеристики КР модуля малых расходов

Время измерений	Расход средний (эталонный)	Показания весов (эталон)	Масса с учетом поправки	Плотность воздуха	Плотность воды	Поправка на вытеснение	Объем, вычисленный по показаниям весов	Объем измеренный (расходомером)	Расход средний по показаниям расходомера	Относительная погрешность измерения объема расхода	Относительная погрешность измер. объема	Пределы допускаемой относительной погрешности,
сек	дм ³ /ч	г	г	кг/м ³	кг/м ³	г	дм ³	дм ³	дм ³ /ч	%	%	%

Таблица А.5 – определение метрологических характеристик измерительных каналов ИВК

Показания генератора (частотомера), $N_{ГЕН i}$ имп.	Показания ИВК, $N_{ИВК i}$, имп.	Абсолютная погрешность ИВК, $\Delta_{ИВК i}$, имп.	Допустимый предел, $\Delta_{ИВК доп}$ имп.	Относительная погрешность, $\delta_{N_{ИВК}}$, %
			±1	

Относительная погрешность измерительных каналов ИВК _____
 в соответствии с пунктом 10.4 ИВК признается годным/не годным

Таблица А.6 - определение погрешности задания расходов

Расход установленный, $Q_{зад}$, м ³ /ч	Расход, измеренный, $Q_{изм}$, м ³ /ч	Относительная погрешность, δ_p , %	Допустимый предел, $\delta_{p доп}$, %
			±2,0

Относительная погрешность задания расхода _____
 в соответствии с пунктом 10.5 признается годным/не годным

Таблица А.7 – определение стабильности расхода

$Q_{зад}$, м ³ /ч	$Q_{ТЕК}$, м ³ /ч	$Q_{СРЕД}$, м ³ /ч	Sj	Погрешность, δ_i , %

Стабильность расхода _____
 в соответствии с пунктом 10.6 признается годным/не годным

Таблица А.8 – определение погрешности установки с КР

Наименование, тип, зав.№ КР	Погрешность КР, $\delta_{V_{КРij}}$, %	Погрешность ИВК, $\delta_{F_{ИВК}}$, %	Погрешность суммарная, $\delta_{VУ}$, %	Допустимый предел, $\delta_{V доп}$, %
				±0,15

в соответствии с пунктом 11.11 признается годным/не годным

Таблица А.9 – определение погрешности установки с МД

Наименование, тип МД	Погрешность определения объема МД, $\delta_{V_{МДj}}$, %	Погрешность ПУ МД, $\delta_{F_{ПУ}}$, %	Погрешность суммарная, $\delta_{VУ}$, %	Допустимый предел, $\delta_{V доп}$, %
				±0,02

в соответствии с пунктом 11.10 признается годным/не годным

Заключение: _____

Дата поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /

(подпись)

Приложение Б
(обязательное)
Поверочные точки КР

Таблица Б.1 – поверочные точки (расходы) КР

Тип расходомера	Диаметр условного прохода (типоразмер), DN (S)	Расход задаваемый Q ₁ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₂ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₃ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₄ , м ³ /ч	Расход задаваемый Q ₅ , м ³ /ч
OPTIMASS 3300	S01	0,001	0,005	0,010	0,015	0,020
OPTIFLUX 5300	2,5	0,019	0,050	0,100	0,150	0,200
OPTIFLUX 5300	10	0,05	0,5	1,25	2,4	3,0
OPTIFLUX 5300	25	1,2	2	3	6	8,9
OPTIFLUX 5300	40	4	10	20	25	30
OPTIFLUX 5300	50	10	15	20	30	40

Таблица Б.2 – минимальная масса, сбрасываемая на весы, в зависимости от расхода

Тип расходомера	Диаметр условного прохода (типоразмер), DN (S)	Масса при расходе Q ₁ , кг	Масса при расходе Q ₂ , кг	Масса при расходе Q ₃ , кг	Масса при расходе Q ₄ , кг	Масса при расходе Q ₅ , кг
OPTIMASS 3300	S01	0,5	1	1,5	2,5	3
OPTIFLUX 5300	2,5	5	10	15	20	30

Таблица Б.3 – минимальное время измерений в зависимости от расхода

Тип расходомера	Диаметр условного прохода (типоразмер), DN (S)	Время при расходе Q ₁ , с	Время при расходе Q ₂ , с	Время при расходе Q ₃ , с	Время при расходе Q ₄ , с	Время при расходе Q ₅ , с
OPTIMASS 3300	S01	1800	720	540	600	540
OPTIFLUX 5300	2,5	900	720	540	480	540

Схема подключения модуля малых расходов

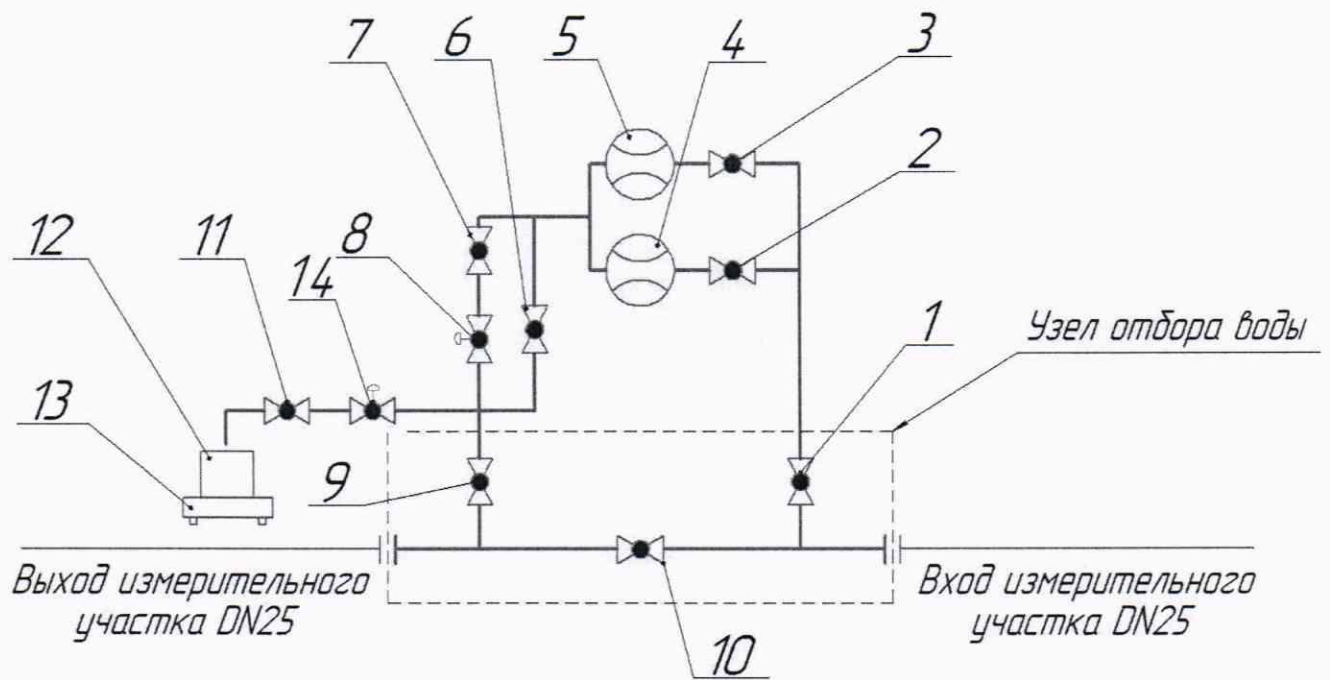


Рисунок Г.2 - Гидравлическая схема подключения модуля малых расходов

Состав схемы: поз. 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11 – кран шаровый; поз. 4 – контрольный расходомер OPTIFLUX 5300; поз.5 – контрольный расходомер OPTIMASS 3300; поз. 8, 14 – регулирующий клапан, поз. 12 – емкость, поз. 13 – весы.

Приложение Г
(справочное)
Значения коэффициентов Стьюдента

Таблица Г.1 – Значения коэффициентов Стьюдента t

Число степеней свободы, N-1	Доверительная вероятность	
	P=0,95	P=0,99
3	3,182	5,841
4	2,776	4,604
5	2,571	4,032
6	2,447	3,707
7	2,365	2,998
8	2,306	3,355
9	2,262	3,250
10	2,228	3,169
12	2,179	3,055
14	2,145	2,977
16	2,120	2,921
18	2,101	2,878
20	2,086	2,845
22	2,074	2,819
24	2,064	2,797
26	2,056	2,779
28	2,048	2,763
30	2,042	2,750
∞	1,960	2,576