

УТВЕРЖДАЮ

**Директор ОП ГНМЦ
АО «Нефтеавтоматика»**



М.С. Немиров

«17» 06 2020 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Установки поверочные УПБ-6

Методика поверки

НА.ГНМЦ.0500-20 МП

**Казань
2020**

РАЗРАБОТАНА

Обособленным подразделением Головной научный метрологический центр АО «Нефтеавтоматика» в г.Казань

(ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Березовский Е.В., к.т.н,

Сафиуллина А.Р.

Настоящая инструкция не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения АО «Нефтеавтоматика».

Настоящая инструкция распространяется на установки поверочные УПБ-6 (далее - установка), предназначенные для воспроизведения и измерения объемного расхода и объема воздуха.

Настоящая инструкция устанавливает методику первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками установок – два года.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- 1.1 Внешний осмотр (п. 7.1);
- 1.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО) установки (п. 7.2);
- 1.3 Проверка герметичности установки (п. 7.3)
- 1.4 Опробование (п. 7.4);
- 1.5 Определение относительной погрешности при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода воздуха (п. 7.5)

2 Средства поверки

2.1 Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017, диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,0003 до 16000 м³/ч, СКО $1 \cdot 10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-4}$, НСП $5 \cdot 10^{-4} \div 12 \cdot 10^{-4}$, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата $k=2$ от 0,06 до 0,11 %.

2.2 Частотомер электронно-счетный ЧЗ-54 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 5480-76).

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- в области охраны труда и промышленной безопасности: Трудовой Кодекс РФ, «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утверждены приказом Ростехнадзора от 12.03.2013г. № 101 (с изм. на 12.01.2015 г.) (редакция, действующая с 01.01.2017 г.);

- в области пожарной безопасности: «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утверждены постановлением Правительства РФ от 25.04.2012 №390 (с изм. на 24.12.2018 г.);

- в области соблюдения безопасной эксплуатации электроустановок: «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утверждены Приказом Минтруда России от 24.07.2013 г. № 328н, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (с изм. от 13.02.2016 г. и 15.11.2018 г.).

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие данную инструкцию, эксплуатационную документацию на установки, прошедшие инструктаж в установленном порядке.

5 Условия поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 17 до плюс 23 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа.

5.2 Установку представляют на поверку со следующими документами:

- сертификат калибровки на критические сопла (далее – КС), входящих в состав установки; калибровка КС должна быть выполнена с применением государственного первичного эталона единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с утвержденной методикой калибровки;
- свидетельства о поверке средств измерений, входящих в состав установки;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт.

6 Подготовка к поверке

6.1 Перед началом поверки необходимо изучить:

- паспорт установки;
- руководство по эксплуатации средств поверки и других технических средств, используемых при поверке;
- настоящую методику поверки.

6.2 Перед проведением поверки, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены к работе в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

7 Проведение поверки

7.1. Внешний осмотр

Проводят проверку соответствия внешнего вида, комплектности и маркировки требованиям эксплуатационных документов путем внешнего осмотра.

Результаты проверки считают положительными, если:

- перечень применяемых в составе установки средств измерений соответствует описанию типа установки;
- комплектность установки соответствует описанию типа установки;
- надписи и обозначения на установке и маркировочной табличке четкие и соответствуют требованиям технического описания;
- на установке отсутствуют механические повреждения, препятствующие ее применению;
- заводской номер установки, указанный на маркировочной табличке, соответствует паспорту;
- отсутствуют механические повреждения кабелей и соединительных трубопроводов.

7.2 Подтверждение соответствия ПО установки.

7.2.1 Проверка идентификационных данных ПО

Чтобы определить идентификационные данные ПО установок необходимо выполнить нижеперечисленные процедуры:

- при помощи файлового менеджера NortonCommander скопировать с дискеты (флорпи-диск 3,5"), входящей в комплект установки, файл «MD5.exe» в директорию, в которой расположены исполнительные файлы установки;

- в командной строке MS-DOS прописать строку «MD5.exe[пробел]-f[пробел]C:\gsv.exe», где: «-f» - команда для расчета контрольной Хеш- суммы; «C:\gsv.exe» - путь и наименование файла, для которого рассчитывается контрольная Хеш- сумма;

- сверить значения полученной Хеш-суммы с описанием типа;

- занести информацию в соответствующие разделы протокола.

7.2.2 Если идентификационные данные, указанные в описании типа установок и полученные в ходе выполнения п.7.2.1, идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия ПО установок программному обеспечению, зафиксированному во время проведения испытаний в целях утверждения типа, в противном случае результаты поверки признают отрицательными.

7.3 Проверка герметичности установки.

7.3.1 Проверке герметичности подлежит измерительный тракт от входа в установку до КС без установки счетчиков на испытательном участке.

7.3.2 Заглушают патрубок на входе в установку. При закрытых кранах КС включают вакуумный насос установки. Открывают кран на КС с наименьшим номиналом расхода и создают в измерительном тракте вакуумметрическое давление от 2000 до 2500 Па. Контроль ведут по показаниям мановакуумметра двухтрубного МВ-6000, измеряющего давление на входе критических сопел (в нижнем коллекторе). При достижении требуемого давления кран на КС закрывают.

7.3.3 Через 5 минут (время необходимое для стабилизации температуры в установке) контролируют изменение давления в измерительном тракте. Во время контроля герметичности изменение температуры окружающей среды не должно превышать 0,2 °С.

7.3.4 Установка считается достаточно герметичной, если изменение давления в измерительном тракте не превышает 10 Па/мин.

7.3.5 После проверки необходимо снять заглушки на входном патрубке испытательного участка.

7.4 Опробование

7.4.1 При опробовании проверяют выполнение критического режима истечения потока воздуха на КС и диапазон воспроизводимых установкой расходов. Проверку выполняют на минимальном и максимальном воспроизводимых установкой расходах.

7.4.2 При проверке критического режима на минимальном расходе собирают измерительную магистраль без установки в нее поверяемого средства. Включают вакуумный насос, устанавливают минимальное значение объемного расхода путем открытия крана на КС с наименьшим значением расхода. Фиксируют величину разрежения по показаниям вакуумметра, установленного на линии вакуума после КС.

7.4.3 При проверке критического режима на максимальном расходе собирают измерительную магистраль без установки в нее поверяемого средства. Включают вакуумный насос, устанавливают максимальное значение объемного расхода путем открытия крана на КС с наибольшим значением расхода. Фиксируют величину разрежения по показаниям вакуумметра, установленного на линии вакуума после КС.

7.4.4 Результаты опробования считаются положительными, если создаваемое разрежение на минимальном и максимальном расходах составляет не менее 0,6 кгс/см².

7.5 Определение относительной погрешности при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода воздуха

7.5.1 Относительную погрешность установки при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода δ_{3y} , %, определяют по формуле

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{Up(KC)^2 + \delta_{выч}^2 + \delta_{герм}^2 + 0,25 \cdot \left(\frac{\Delta t}{T} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta p_c}{Pa \cdot 10^3}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta Pa}{Pa} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta p_c}{Pa \cdot 10^3}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta \Delta p_c}{\Delta p_c} \cdot 100\%\right)^2 + \left(\frac{\Delta p_{сч}}{Pa \cdot 10^3}\right)^2 \cdot \left(\frac{\Delta \Delta p_{сч}}{\Delta p_{сч}} \cdot 100\%\right)^2 + \delta_{Кф}^2}, \quad (1)$$

где $Up(KC)$ – относительная расширенная неопределенность калибровки критических сопел из состава установки (в соответствии с сертификатом калибровки), %;

$\delta_{выч}$ – относительная погрешность вычисления объема при поверке счетчиков газа (определяют в соответствии с 7.5.1.1), %;

$\delta_{герм}$ – относительная погрешность, вызванная негерметичностью измерительной магистрали установки (составляет 0,1 % при выполнении условий по п. 7.3), %;

Δt – абсолютная погрешность при измерении температуры воздуха (погрешность гигрометра психрометрического ВИТ-1), °С;

T – термодинамическая температура воздуха (принимается равной минимальной температуре воздуха при эксплуатации установки 290,15 К), К;

Δp_c – разность давлений между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (принимается равным 1500 Па), Па;

Pa – атмосферное давление воздуха (принимается равным минимальному атмосферному давлению воздуха при эксплуатации установки 86 кПа), кПа.

ΔPa – абсолютная погрешность при измерении атмосферного давления (погрешность барометр-анероида метеорологического БАММ-1), кПа;

$\Delta \Delta p_c$ – абсолютная погрешность при измерении разности давлений между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (погрешность мановакуумметра двухтрубного МВ-6000), Па;

$\Delta p_{сч}$ – разность давлений между входом в поверяемый счетчик газа и атмосферным давлением (принимается равным 300 Па), Па;

$\Delta \Delta p_{сч}$ – абсолютная погрешность при измерении разности давлений между входом в поверяемый счетчик газа и атмосферным давлением (погрешность мановакуумметра двухтрубного МВ-2500), Па;

$\delta_{Кф}$ – относительная погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха (определяют в соответствии с 7.5.1.2), %.

7.5.1.1 Определение относительной погрешности вычисления объема при поверке счетчиков газа $\delta_{выч}$.

Собирают схему поверки согласно приложению А.

На частотомере переключатели и кнопки устанавливают в следующее положение:

«Пуск» (изображение руки) – нажата;


«Род работы» - «Интер.В-Г»;


«Блок» - нажата;

«Метки времени» - «1 мс»;

Аттенюаторы (вх. В,Г) – «3»;

«50 Ом – 10 кОм» (вх. В) – 10 кОм;

«Полярность» (вх. В) – «»;

«Полярность» (вх. Г) – «»;

«Сеть» - «Вкл.».

На персональном компьютере запускают программу поверки счетчиков газа gsv.exe. Входят в режим «F2». Вводят градуировочные коэффициенты КС

(согласно сертификату калибровки), номинальное значение расхода и число импульсов $N_{имп}$, которое рассчитывают по формуле

$$N_{имп} = \frac{V_{сч}}{K_n}, \quad (2)$$

где $V_{сч}$ – объем воздуха, пропускаемый через счетчик газа, определяемый согласно таблице 1, $дм^3$;

K_n – коэффициент преобразования счетчика, $дм^3/имп$.

Таблица 1

Объемный расход, $м^3/ч$	Пропускаемый объем воздуха, $дм^3$	Число импульсов $N_{имп}$ при $K_n = 2,5 \text{ дм}^3/имп$
6,0	230	92
4,0	170	68
0,04	10	4

Выходят из режима «F2» и переходят в режим «F3».

Устанавливают импульсный датчик на один из подключенных к установке счетчиков. В установке открывают КС с номиналом $6,0 \text{ м}^3/ч$.

Вводят все запрашиваемые программой данные для поверки, после чего программа останавливается в ожидании команды на запуск процесса измерения (сообщение: «Для старта нажмите ALT-N»).

На переключателях «Импульсы» преобразователя импульсов (далее – ПИ) набирают число, на единицу большее рассчитанного по формуле (2) (с учетом стартового импульса).

Переключатель «СОПЛО» устанавливают в положение «1» для всех расходов.

Нажимают кнопки «Сброс» на ПИ и частотомере.

Нажимают клавиши «ALT» и «N» на клавиатуре компьютера. Нажимают кнопку «Пуск» на ПИ.

С приходом стартового импульса от импульсного датчика начинается отсчет времени частотомером и компьютером. После прохождения заданного числа импульсов отсчет заканчивается и на табло частотомера отображается время измерения $\tau_{чми}$, а на экране компьютера появляется сообщение о значениях относительных погрешностей счетчиков газа $\delta_{счи}$ (для пяти позиций).

Сравнивают (для каждого счетчика) значения относительных погрешностей, определенные установкой $\delta_{расчи}$, %, с полученными расчетным методом по формуле

$$\delta_{расчи} = \frac{V_{сч} - V_{зад}}{V_{зад}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $V_{сч}$ – значение объема, определяемое согласно таблице 1 и контролируемое с помощью счетчика, $дм^3$;

$V_{зад}$ – значение объема, заданное КС, $дм^3$, определяемое по формуле

$$V_{зад} = K_c \cdot K_\varphi \cdot \tau_{чми} \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{T} \cdot \left[\frac{P_a \cdot 10^3 - \Delta p_c}{P_a \cdot 10^3 - [\Delta p_{счи}/2 + \sum \Delta p_{счj}]} \right], \quad (4)$$

где K_c – градуировочный коэффициент КС (в соответствии с сертификатом калибровки), $л/(\sqrt{K} \cdot с)$;

K_φ – поправочный коэффициент на влажность воздуха;

$\tau_{чми}$ – интервал времени прохождения заданного объема воздуха через счетчик, измеренный частотомером, мс;

T – значение термодинамической температуры воздуха, введенное в программу поверки, при проведении измерений, К;

P_a – значение атмосферного давления воздуха, введенное в программу поверки, при проведении измерений, кПа;

Δp_c – значение разности давлений между входом в критическое сопло и атмосферным давлением, введенное в программу поверки, при проведении измерений, Па;

$\Delta p_{счi}$ – значение разности давлений в i -м поверяемом счетчике газа, введенное в программу поверки, при проведении измерений (i изменяется от 1 до 5), Па;

$\Delta p_{счj}$ – значение разности давлений в j -м поверяемом счетчике газа, введенное в программу поверки, при проведении измерений (j изменяется от $(i+1)$ до 5, при $i=5 \sum \Delta p_{счj} = 0$), Па.

Поправочный коэффициент на влажность воздуха K_φ определяют по формуле

$$K_\varphi = 1 + (0,01 \cdot \varphi \cdot P_{H_2O_{нас}} - 1,403) \cdot 0,00171, \quad (5)$$

где φ – значение относительной влажности воздуха, введенное в программу поверки, при проведении измерений, %;

$P_{H_2O_{нас}}$ – давление насыщенного водяного пара при температуре T , кПа.

Давление насыщенного водяного пара $P_{H_2O_{нас}}$, кПа, определяют по формуле

$$P_{H_2O_{нас}} = \exp[18,98 - (5315/T)], \quad (6)$$

Относительную погрешность вычисления объема при поверке счетчиков газа $\delta_{выч}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{выч} = \delta_{счi} - \delta_{расчi}, \quad (7)$$

где $\delta_{счi}$ – относительная погрешность поверяемого счетчика газа, вычисленная программой поверки, %.

Относительную погрешность вычисления объема при поверке счетчиков газа $\delta_{выч}$ определяют при расходах, указанных в таблице 1. За результат относительной погрешности принимают наибольшее значение $\delta_{выч}$.

7.5.1.2 Относительную погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха δ_{K_φ} , %, определяют по формуле

$$\delta_{K_\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta t}{T} \cdot 100\%\right)^2 + (0,004)^2 \cdot \left(\frac{\Delta Pa}{Pa} \cdot 100\%\right)^2 + (0,002)^2 \cdot \left(\frac{\Delta \varphi}{\varphi} \cdot 100\%\right)^2}, \quad (8)$$

где Δ_φ – абсолютная погрешность при измерении относительной влажности воздуха (погрешность гигрометра психрометрического ВИТ-1), %;

φ – относительная влажность воздуха (принимается равной минимальной относительной влажности воздуха при эксплуатации установки 30 %), %.

7.5.2 Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода воздуха $\delta_{эу}$ не превышает $\pm 0,5$ %.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки представляют в виде протокола по форме, приведенной в Приложении Б.

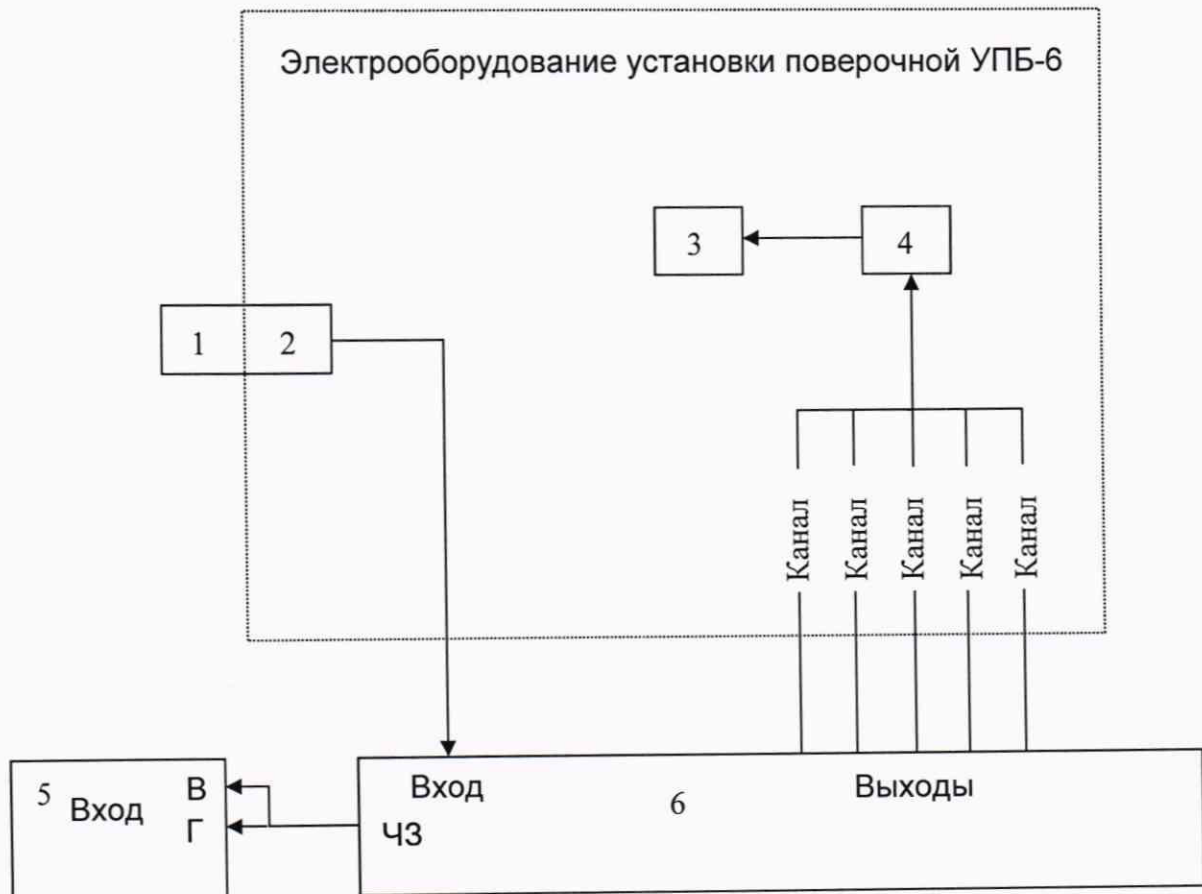
8.2 При положительных результатах поверки установку признают годной к применению, оформляют свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 02 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 Если установка по результатам поверки признана непригодной к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывают извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Министерства

промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А
(обязательное)

Схема соединения оборудования при определении относительной погрешности вычисления объема при поверке счетчиков газа $\delta_{\text{выч}}$.



1- счетчик газа; 2 – датчик импульсов; 3 – компьютер;
4 – блок автоматики; 5 – частотомер; 6 – преобразователь импульсов
КИУ 95.218.01.

Рисунок А.1 – Схема соединения оборудования при определении относительной погрешности вычисления объема при поверке счетчиков газа $\delta_{\text{выч}}$

**Приложение Б
(обязательное)
Форма протокола поверки установки УПБ-6**

ПРОТОКОЛ № _____
ПОВЕРКИ УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНОЙ УПБ-6, зав. № ____
от « __ » _____ 20__ г.

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха, °С _____

Относительная влажность воздуха, % _____

Атмосферное давление, кПа _____

Результаты поверки

1 Заключение по внешнему осмотру (с указанием перечня СИ в составе установки, сведений о поверке (калибровки):

2 Подтверждение соответствия ПО установки:

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО установки

Идентификационные данные (признаки)	Значение, указанное в описании типа установок	Значение, полученное во время проведения поверки установки
Наименование ПО		
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер) ПО		
Цифровой идентификатор ПО		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО		

Заключение: ПО установки соответствует / не соответствует ПО, зафиксированному во время испытаний в целях утверждения типа установок.

3 Заключение по проверке герметичности: _____

4 Заключение по опробованию: _____

5 Определение относительной погрешности при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода воздуха. Результаты приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты определения относительной погрешности установки при воспроизведении и измерении объема и объемного расхода воздуха

Зав. № установки	T	P_a	$U_p(KC)$	$\delta_{выч}$	$\delta_{герм}$	Δt	Δp_c	ΔP_a	$\Delta_{\Delta p_c}$	$\Delta p_{сч}$	$\Delta_{\Delta p_{сч}}$	$\delta_{K\phi}$	$\delta_{ЭУ}$	Значение нормированное, не более %
	К	кПа	%	%	%	°С	Па	кПа	Па	Па	Па	%	%	
														$\pm 0,5$

Таблица 3 – Результаты определения относительной погрешности вычисления объема при поверке счетчиков газа

Зав. № установки	№ позиции счетчика	K_c	φ	T	P_a	Δp_c	$\Delta p_{счi}$	$\Delta p_{счj}$	K_ϕ	$\tau_{чmi}$	$V_{зад}$	$V_{сч}$	$\delta_{расчi}$	$\delta_{счi}$	$\delta_{выч}$
		$л/(\sqrt{K} \cdot c)$	%	К	кПа	Па	Па	Па	-	мс	дм ³	дм ³	%	%	%
Объемный расход _____ м ³ /ч															
	1														
	2														
	3														
	4														
	5														

Заключение о пригодности: Установка поверочная УПБ-6, зав. № __, соответствует/не соответствует установленным в описании типа метрологическим требованиям и признана пригодной/непригодной к применению.

Должность лица проводившего поверку: _____

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Дата поверки: « _____ » _____ 20 _____ г.