

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию

А. С. Тайбинский

М.П.

27 03 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ АПУ-011

Методика поверки

МП 1099-1-2019

Начальник научно-исследовательского отдела НИО-1


Р.А. Корнеев

Настоящая инструкция распространяется на установки поверочные автоматизированные АПУ-011 (далее – установки), предназначены для измерений, хранения и передачи единиц объемного расхода и объема жидкости в потоке, а также количества теплоты и устанавливает методику, а также последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.2);
- опробование (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик (пункт 6.4).

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

– рабочий эталон единиц объемного расхода и объема жидкости в потоке 1-го разряда в соответствии с ГПС (часть 1) утвержденной приказом Росстандарта от 7 февраля 2018 г. № 256. (далее – эталон). Пределы относительной погрешности эталона должны быть меньше пределов относительной погрешности установки (расходомера-счетчика) не менее чем в три раза;

– рабочий эталон единицы частоты 4-го разряда в соответствии с ГПС утвержденной приказом Росстандарта от 31 июля 2018 г. № 1621 в диапазоне воспроизведения частот от 10 до 5000 Гц (далее – эталон частоты).

2.2 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки применяют средства поверки в соответствии с методиками поверки, указанные в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений.

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

2.4 Все применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- действующие на объекте, на котором производится поверка;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и поверяемого средства измерения, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте;
- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

3.2 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки выполняют требования безопасности в соответствии с их методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений.

3.3 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, изучившие настоящую инструкцию, руководство по эксплуатации установки, руководство по эксплуатации расходомеров-счетчиков жидкости, входящих в состав установки и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке.

– при подготовке к поверке средств измерений, входящих в состав установки, соблюдают условия в соответствии с их методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений.

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- соответствие комплектности установки требованиям эксплуатационных документов на установку;
- наличие на составных частях установки (средствах измерений) заводских номеров;
- соответствие заводских номеров составных частей (средств измерений) установки паспорту установки;
- наличие пломб с действующим оттиском поверительного клейма, действующих свидетельств о поверке или отметок о поверке в паспорте средств измерений, входящих в состав установки;
- отсутствие механических повреждений влияющих на работоспособность средств измерений, входящих в состав установки.

6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения системы обработки информации (далее – АРМ-оператора) установки выполняют в следующей последовательности:

- запускают АРМ-оператора и выбирают пункт «Справка», далее в диалоговом меню выбирают «О программе». В открывшемся окне программы отобразятся идентификационные данные программного обеспечения (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО).

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения установки считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения АРМ-оператора установки (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО, цифровой идентификатор ПО) соответствуют данным указанным в паспорте установки.

6.3 Опробование

6.3.1 При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей. При проведении поверки без демонтажа расходомеров-счетчиков с установки через каждый расходомер-счетчик из состава установки поочередно задают расход жидкости, и контролируют эталоном в течение не менее пяти минут. Далее уменьшают или увеличивают расход жидкости, воспроизводимый установкой, в диапазоне измерений расходомера-счетчика при этом осуществляя контроль за показаниями расходомера-счетчика.

Результат опробования считается положительным, если за время опробования отсутствовало каплепадение или течь воды в местах соединений, значение расхода, индицируемое на установке (расходомере-счетчике), изменялось сопоставимо со значением объемного расхода по показаниям эталона, функциональные системы установки (регулирование объемного расхода, измерение температуры и давления жидкости, воспроизведение температуры жидкости посредством термостатов (при их наличии)) соответствует эксплуатационным документам.

6.3.2 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки, опробование выполняют в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» их описаний типа.

Результат опробования считают положительным, если все средства измерений, входящие в состав установки, удовлетворяют требованиям их методики поверки.

6.4 Определение метрологических характеристик установки

Перед определением метрологических характеристик установки проводят поверку средств измерений, входящих в состав установки (за исключением расходомеров-счетчиков), выполняют в соответствии с методиками поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, и с периодичностью в соответствии с интервалами между поверками, согласно свидетельству об утверждении типа.

Поверку средств измерений, входящих в состав установки допускается не проводить если на момент проведения поверки установки все средства измерений (за исключением расходомеров-счетчиков) поверены в соответствии с требованиями методики поверки, указанными в разделах «Поверка» описаний типа, являющихся обязательным приложением к свидетельствам об утверждении типа на данные средства измерений.

Применение установки при истечении срока поверки средств измерений, входящих в состав установки, не допускается.

6.4.1 Определение метрологических характеристик расходомеров-счетчиков при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке.

Определение метрологических характеристик расходомеров-счетчиков при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке, входящих в состав установки, проводят на месте эксплуатации установки или с демонтажем расходомеров-счетчиков.

Перед определением метрологических характеристик расходомеров-счетчиков, входящих в состав установки, производят проверку установленных калибровочных коэффициентов в каждом расходомере-счетчике. При первичной поверке значение калибровочных коэффициентов должно быть установлено равным 1 или установлены значения, полученные при градуировке (калибровке) расходомера-счетчика. При периодической поверке значения калибровочных коэффициентов, установленных расходомерах-счетчиках должны соответствовать значениям, установленным при предыдущей поверке.

При определении метрологических характеристик расходомеров-счетчиков, входящих в состав установки, при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке проводят определение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке путем сравнения показаний каждого расходомера-счетчика и эталона. Расход воспроизводимый эталоном задают поочередно через каждую из трёх гидравлических линий установки, на которых смонтированы расходомеры-счетчики, или непосредственно через рабочий стол эталона, если поверка проводится с демонтажем расходомеров-счетчиков. Относительную погрешность расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости менее 0,5 м/с определяют на следующих значения объемного расхода жидкости: $1,1 \cdot Q_{\text{наим}}$, $0,06 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$, где $Q_{\text{наим}}$ и $Q_{\text{наиб}}$ – значения наименьшего и наибольшего объемного расхода расходомера согласно руководству по эксплуатации установки. Относительную погрешность расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости не менее 0,5 м/с определяют на следующих значения объемного расхода жидкости: $Q_{\text{наим}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$. Значение объемного расхода устанавливают с допуском $\pm 2\%$. Количество измерений на каждом значении объемного должно быть не менее пяти. При каждом измерении необходимо обеспечить набор не менее 10000 импульсов выходного сигнала расходомера-счетчика, или обеспечить время измерения не менее 60 секунд.

Относительную погрешность расходомера-счетчика при измерении объема жидкости в потоке, в процентах, вычисляют по формуле:

$$\delta_{V_{ij}} = \left(\frac{V_{ij} - V_{эij}}{V_{эij}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

- где V – значение объема жидкости по показаниям расходомера-счетчика, дм^3 (определяют по формуле (2) настоящей инструкции);
 $V_э$ – значение объема жидкости по показаниям эталона, приведенное к условиям измерений в расходомере-счетчике, дм^3 (значение объема жидкости воспроизведенного (измеренного) эталоном и приведенное к условиям измерений в расходомере-счетчике определяют в соответствии с эксплуатационными документами на эталон);
 ij – номер точки расхода и измерения соответственно.

Значение объема жидкости по показаниям расходомера-счетчика вычисляют по формуле:

$$V_{ij} = \frac{N_{ij}}{K}, \quad (2)$$

- где K – коэффициент преобразования выходного сигнала, имп/дм^3 (определяется в соответствии с паспортом расходомера-счетчика);
 N – количество импульсов сгенерированных расходомером, имп .

Результат определения метрологических характеристик установки модификации Т по пункту 6.4.1 считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости менее 0,5 м/с, в точке расхода $1,1 \cdot Q_{\text{наим}}$ не превышает пределов $\pm 0,39\%$, в точках расхода $0,06 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ не превышают пределов $\pm 0,19\%$.

Результат определения метрологических характеристик установки модификации Т по пункту 6.4.1 считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости не менее 0,5 м/с, в точке расхода $Q_{\text{наим}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ не превышают пределов $\pm 0,19\%$.

Результат определения метрологических характеристик установки стандартной модификации по пункту 6.4.1 считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости менее 0,5 м/с, в точке расхода $1,1 \cdot Q_{\text{наим}}$ не превышает пределов $\pm 0,48\%$, в точках расхода $0,06 \cdot Q_{\text{наиб}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ не превышают пределов $\pm 0,28\%$.

Результат определения метрологических характеристик установки стандартной модификации по пункту 6.4.1 считают положительным, если значения относительной погрешности расходомера-счетчика, входящего в состав установки, режим работы которого при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости не менее 0,5 м/с, в точке расхода $Q_{\text{наим}}$, $0,5 \cdot Q_{\text{наиб}}$ и $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ не превышают пределов $\pm 0,28\%$.

Метрологические характеристики установки при измерении объемного расхода жидкости принимают равным метрологическим характеристикам расходомера при измерении объема жидкости в потоке.

Примечание:

В случае, если расходомер-счетчик, входящий в состав установки имеет действующее свидетельство о поверке и его режим работы при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивает скорость потока жидкости не менее 0,5 м/с, то определение метрологических характеристик данного расходомера-счетчика по пункту 6.4.1 допускается не проводить. При этом метрологические характеристики расходомера-счетчика принимают равным указанным в свидетельстве о поверке.

6.4.2 Определение метрологических характеристик частотно-импульсных измерительных каналов

При определении метрологических характеристик частотно-импульсных измерительных каналов установки производят подключение эталона частоты в соответствии с эксплуатационными документами на эталон частоты и установку к клеммам контроллеров, предназначенных для работы с частотно-импульсными каналами поверяемых средств измерений и расходомеров-счетчиков для установки стандартной модификации или к клеммам контроллеров, предназначенных для работы с частотно-импульсными каналами поверяемых средств измерений для установки модификации Т. На АРМ-оператора выводят режим отображения количества импульсов или значение накопленного объема жидкости. Эталоном частоты задают последовательность из не менее 10000 импульсов с частотой генерации 10, 2500 и 5000 Гц. После каждого измерения на АРМ-оператора считывают показания накопленного количества импульсов, поступивших от эталона частоты или значение накопленного объема жидкости. Измерения повторяют не менее трех раз на каждой частоте генерации импульсов.

Погрешность частотно-импульсных измерительных каналов установки, в процентах, вычисляют по формуле (3), если считывались показания накопленного количества импульсов или по формуле (4), если считывались показания накопленного объема жидкости.

$$\delta_{имп ij} = \left(\frac{N_{ИВК ij} - N_{ЭЧ ij}}{N_{ЭЧ ij}} \right) \cdot 100, \quad (3)$$

$$\delta_{имп(V) ij} = \left(\frac{V_{АРМ ij} - V_{ЭЧ ij}}{V_{ЭЧ ij}} \right) \cdot 100 \quad (4)$$

где $N_{ИВК}$ – количество импульсов, подсчитанное АРМ-оператора, имп;
 $N_{ЭЧ}$ – количество импульсов, сгенерированное эталоном частоты, имп;
 $V_{АРМ}$ – значение накопленного объема жидкости по показаниям АРМ-оператора, дм³;
 $V_{ЭЧ}$ – значение объема жидкости имитируемое эталоном частоты, дм³
 (вычисляют по формуле (5)).

$$V_{ЭЧ ij} = \frac{N_{ЭЧ ij}}{K_{АРМ}}, \quad (5)$$

где $K_{АРМ}$ – коэффициент преобразования входного сигнала частотно-импульсного измерительного канала, имп/дм³ (определяется в соответствии установленными настройками АРМ-оператора);

Относительная погрешность частотно-импульсных измерительных каналов установки, определенная по формуле (3) или (4), не должна превышать $\pm 0,01$ %.

6.4.3 Определение метрологических характеристик установки при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке

Относительную погрешность установки стандартной модификации при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке, в процентах, вычисляют по формуле (6), для модификации Т вычисляют по формуле (7) настоящей инструкции.

$$\delta_{y ij} = \left| \delta_{V ij} \right|_{\max} + \left| \delta_{\text{имп } nij} \right|_{\max} + \left| \delta_{\text{имп } pij} \right|_{\max}, \quad (6)$$

$$\delta_{y ij} = \left| \delta_{V ij} \right|_{\max} + \left| \delta_{\text{имп } nij} \right|_{\max} + \left| \delta_{\text{имп } TB} \right|, \quad (7)$$

- где δ_V – максимальное значение относительной погрешности каждого расходомера-счетчика при измерении объема жидкости в потоке, определенное по формуле (1) или значение относительной погрешности при измерении объема жидкости в потоке принятое на основании действующего свидетельства о поверке расходомера-счетчика;
- $\delta_{\text{имп } n}$ – максимальное значение относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала установки предназначенного для работы с поверяемыми средствами измерений, определенное по формуле (3) или (4), %;
- $\delta_{\text{имп } p}$ – максимальное значение относительной погрешности частотно-импульсного измерительного канала установки предназначенного для работы с расходомерами-счетчиками, определенное по формуле (3) или (4), %;
- $\delta_{\text{имп } TB}$ – значение относительной погрешности тепловычислителя при преобразовании количества импульсов в значение объемного расхода и объема жидкости в потоке, % (принимают равным 0,1 %).

Результат определения метрологических характеристик установки модификации Т по пункту 4.3.3 считают положительным, если значения относительной погрешности установки, в режиме работы при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивается скорость потока жидкости менее 0,5 м/с, не превышает пределов $\pm 0,5$ %, в режиме работы при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке согласно эксплуатационным документам установки обеспечивается скорость потока жидкости более 0,5 м/с, не превышает пределов $\pm 0,3$ %.

6.4.4 Определение метрологических характеристик установки при измерении температуры жидкости

Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры жидкости Δ_{Tj} , °С, определяют, как алгебраическую сумму пределов абсолютных погрешностей применяемого преобразователя температуры и тепловычислителя. Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры жидкости проводят для наибольшего и наименьшего значений диапазона измерений температуры жидкости в соответствии с паспортом установки по формуле:

$$\Delta_{Tj} = \Delta_{TTj} + \Delta_{TBj}; \quad (8)$$

- где $\Delta_{t_{ПТ}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры при измерении температуры жидкости, °С (определяют в соответствии с описанием типа применяемого преобразователя температуры);
- $\Delta_{t_{ТВ}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности тепловычислителя из состава установки при измерении температуры жидкости, °С (определяют в соответствии с описанием типа применяемого тепловычислителя);
- j – точка измерений.

Результаты проверки считают положительными, если абсолютная погрешность канала измерений температуры установки, определенная по формуле (8), не превышает пределов $\pm 0,12$ °С.

6.4.5 Определение метрологических характеристик установки при измерении давления жидкости.

Определение приведенной к верхнему пределу измерений погрешности канала измерений избыточного давления жидкости γ_p , %, определяют как алгебраическую сумму пределов приведенных погрешностей применяемого преобразователя давления и тепловычислителя. Определение приведенной погрешности установки при измерении давления жидкости проводят для наибольшего и наименьшего значений диапазона измерений давления жидкости по формуле:

$$\gamma_{p_j} = \gamma_{p_{ПДj}} + \gamma_{p_{ТВ}}, \quad (9)$$

- где $\gamma_{p_{ПД}}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности применяемого преобразователя давления, % (определяют в соответствии с описанием типа применяемого преобразователя давления);
- $\gamma_{p_{ТВ}}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности тепловычислителя, % (определяют в соответствии с описанием типа тепловычислителя).

Результаты проверки считают положительными, если приведенная к верхнему пределу измерений погрешность канала измерений избыточного давления жидкости, определенная по формуле (9) не превышает пределов $\pm 0,5$ %.

6.4.6 Определение метрологических характеристик установки при измерении количества тепловой энергии.

Относительную погрешность установки при измерении количества тепловой энергии определяют, как алгебраическую сумму пределов относительных погрешностей применяемого преобразователя расхода, преобразователей температуры и тепловычислителя по формуле:

$$\delta_{Q_{мен}} = \left(0,5 + \frac{\Delta t_{\min}}{\Delta t} \right) + \left(\left(\frac{\Delta t_1}{t_1} + \frac{\Delta t_2}{t_2} \right) \cdot 100 \right) + \delta_{ГП} \quad (10)$$

- где Δt_{\min} – минимальная измеряемая тепловычислителем разность температур, °С (в соответствии с описанием типа тепловычислителя принимают равным 2 °С);
- Δt – разность температур жидкости в двух термостатах, входящих в состав установки.
- Δt_1 – пределы допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры при измерении температуры жидкости в первом термостате, °С;
- t_1 – измеренное значение температуры жидкости в первом термостате, °С
- Δt_2 – пределы допускаемой абсолютной погрешности канала измерений температуры при измерении температуры жидкости во втором термостате, °С

t_2	измеренное значение температуры жидкости во втором термостате, °С
$\delta_{ПР}$	пределы допускаемой относительной погрешности установки при измерении объемного расхода и объема жидкости в потоке, %

6.4.7 Определение относительной погрешности установки при измерении интервалов времени

Определение относительной погрешности установки при измерении интервалов времени проводят только для модификации Т.

Относительную погрешность установки при измерении интервалов времени принимают равной соответствующей относительной погрешности тепловычислителя, входящего в состав установки, согласно его описанию типа.

7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы. В протоколе поверки указывают заводские номера, номера свидетельств о поверке и срок их действия и (или) сроки действия отметок о поверке в паспорте СИ, входящих в состав установки.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установки в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и (или) делают отметку в паспорте установки о дате очередной поверки. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке установки.

На оборотной стороне свидетельства о поверке установки указывают:

- диапазон измерений объемного расхода жидкости, м³/ч;
- диапазон измерений температуры жидкости, °С (для модификации Т);
- пределы допускаемой относительной погрешности измерений объемного расхода и объема жидкости в потоке, %;
- значения калибровочных коэффициентов, установленных в каждом расходомере-счетчике, соответствующие диапазону (диапазонам) измерений объемного расхода жидкости.

7.3 При отрицательных результатах поверки установку к эксплуатации не допускают, и выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».