

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
ИМ.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»

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 филиала

по науке

А.И. Горчев



РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ

Методика поверки

МИ 3665-2022

г. Казань  
2022

РАЗРАБОТАНА	ВНИИР – филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛИ	Корнеев Р.А., Щелчков А.В. д.т.н., Краев Д.В., Абусагитов И.Р.
УТВЕРЖДЕНА	ВНИИР – филиалом ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС») 23 августа 2022 г.
ВВЕДЕНА ВПЕРВЫЕ	

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и(или) распространена без разрешения ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева».

<b>РЕКОМЕНДАЦИЯ</b>  ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  <b>УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ</b>  МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	МИ 3665-2022
---	--------------

Дата введения – 09.09.2022

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящий документ распространяется на установки поверочные с весовыми устройствами, используемые в качестве рабочих эталонов единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости 1, 2 и 3 разрядов в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости.

Настоящий документ устанавливает методику и последовательность передачи единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости методом косвенных измерений от эталонов и средств измерений, заимствованных из других поверочных схем, установкам поверочным с весовыми устройствами, используемым в качестве рабочих эталонов единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости 1, 2 и 3 разрядов в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, при их первичной и периодических поверках.

Прослеживаемость установок поверочных к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63 обеспечивается в соответствии с частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящем документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 июля 2018 г. № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;

ГОСТ 15528-86 «Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения»;

ГОСТ 8.381-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Эталоны. Способы выражения точности»;

ГОСТ Р 8.736-2011 «Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;

РМГ 29-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения»;

Р 50.2.077-2014 «Государственная система обеспечения единства измерений. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения».

Примечание – При пользовании настоящего документа необходимо проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего документа в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 ТЕРМИНЫ И СОКРАЩЕНИЯ**

3.1 В настоящем документе применены термины по ГОСТ 15528, ГОСТ 8.381, ГОСТ Р 8.736, РМГ 29 и Р 50.2.077.

3.2 В настоящем документе применены следующие сокращения:

ВУ – весовое устройство;

ГПС – Государственная поверочная схема для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости;

ГПСВЧ – Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты;

ГПСМ – Государственная поверочная схема для средств измерений массы;

НСП – неисключенная систематическая погрешность;

ПО – программное обеспечение;

СКО – среднее квадратическое отклонение среднего арифметического;

УП – установка поверочная, которой передаются единицы величин;

ЭТ – вторичный или рабочий эталон, от которого передаются единицы величин;

ЭС – эталон сравнения.

## 4 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

4.1 В настоящем документе применены следующие условные обозначения:

$A$  – наибольшее значение приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении в рабочем диапазоне температуры жидкости, выбранное в соответствии с таблицей (формулой) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3/^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  – наибольшее значение приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$  в трубопроводе в рабочем диапазоне температуры жидкости, выбранное в соответствии с таблицей (формулой) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3/^{\circ}\text{C}$ ;

$C$  – наибольшее значение приращения функции плотности жидкости при изменении давления жидкости на  $0,1\text{ МПа}$  в трубопроводе в рабочем диапазоне давления жидкости, выбранное в соответствии с таблицей (формулой) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости,  $\text{кг}/\text{м}^3/\text{МПа}$ ;

$d$  – индекс «до проведения работ на УП»;

$f$  – индекс «после проведения работ на УП»;

$h_a$  – относительная влажность воздуха, %;

$i$  – индекс измерения;

$j$  – индекс точки;

$k$  – индекс приращения (по температуре жидкости);

$l$  – индекс количества приращений (по температуре жидкости);

$m$  – индекс количества точек;

$\max$  – индекс наибольшего из значений;

$M$  – масса жидкости в потоке по показаниям УП, кг;

$M_r$  – масса по показаниям рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, кг;

$M_{\text{изм}}$  – масса по показаниям измерительного канала массы жидкости, кг;

$M_{\text{ЭС}}$  – масса жидкости в потоке по показаниям ЭС, кг;

$M_{\text{ЭТ}}$  – масса жидкости в потоке по показаниям ЭТ, кг;

$n$  – индекс количества измерений;

$P_a$  – атмосферное давление, гПа;

$q$  – индекс приращения (по давлению жидкости);

$Q_M$  – массовый расход жидкости по показаниям УП, т/ч;

$Q_{M\text{ЭС}}$  – массовый расход жидкости по показаниям ЭС, т/ч;

$Q_{M\text{ЭТ}}$  – массовый расход жидкости по показаниям ЭТ, т/ч;

$Q_V$  – объемный расход жидкости по показаниям УП,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{V\text{ЭС}}$  – объемный расход жидкости по показаниям ЭС,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$Q_{V\text{ЭТ}}$  – объемный расход жидкости по показаниям ЭТ,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$s$  – индекс количества приращений (по давлению жидкости);

$S(M)_{\text{ЭС}}$  – СКО ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке, %;

$S(M)_{\text{ЭТ}}$  – СКО ЭТ при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, %;

$S(Q_M)_{\text{ЭС}}$  – СКО ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости, %;

$S(Q_M)_{\text{ЭТ}}$  – СКО ЭТ при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %;

$S(Q_V)_{\text{ЭС}}$  – СКО ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости, %;

$S(Q_V)_{\text{ЭТ}}$  – СКО ЭТ при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, %;

$S(V)_{\text{ЭС}}$  – СКО ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке, %;  
 $S(V)_{\text{ЭТ}}$  – СКО ЭТ при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %;  
 $t_{0,95}$  – коэффициент Стьюдента;  
 $T_a$  – температура воздуха, °С;  
 $V$  – объем жидкости в потоке по показаниям УП, м<sup>3</sup>;  
 $V_{\text{ЭС}}$  – объем жидкости в потоке по показаниям ЭС, м<sup>3</sup>;  
 $V_{\text{ЭТ}}$  – объем жидкости в потоке по показаниям ЭТ, м<sup>3</sup>;  
 $\Delta_r$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, кг;  
 $\Delta_{\text{ч}}$  – пределы допускаемой абсолютной погрешности рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ, с;  
 $\Delta(h_a)$  – абсолютная погрешность средства измерений относительной влажности воздуха, %;  
 $\Delta(T_a)$  – абсолютная погрешность средства измерений температуры воздуха, °С;  
 $\Delta(T_{\text{ж}})$  – абсолютная погрешность измерительного канала температуры жидкости, °С;  
 $\Delta(P_a)$  – абсолютная погрешность средства измерений атмосферного давления, гПа;  
 $\Delta(P_{\text{ж}})$  – абсолютная погрешность измерительного канала давления жидкости, МПа;  
 $\Delta(\rho_{\text{ж}})$  – абсолютная погрешность измерений плотности жидкости при создании таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\Theta(M)_{\text{ЭТ}}$  – НСП ЭТ при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, %;  
 $\Theta(M)_{\text{ЭС}}$  – НСП ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке, %;  
 $\Theta(Q_M)_{\text{ЭТ}}$  – НСП ЭТ при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, %;  
 $\Theta(Q_M)_{\text{ЭС}}$  – НСП ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости, %;  
 $\Theta(Q_V)_{\text{ЭТ}}$  – НСП ЭТ при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, %;  
 $\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}}$  – НСП ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости, %;  
 $\Theta(V)_{\text{ЭТ}}$  – НСП ЭТ при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, %;  
 $\Theta(V)_{\text{ЭС}}$  – НСП ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке, %;  
 $\rho_a$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\text{ж}}$  – плотность жидкости при избыточном давлении в трубопроводе, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\text{жа}}$  – плотность жидкости при атмосферном давлении, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\tau$  – интервал времени измерений по показаниям измерительного канала интервалов времени измерений, с;  
 $\tau_{\text{ч}}$  – интервал времени измерений по показаниям рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ, с;  
 $\frac{\partial M}{\partial M_{\text{изм}}}$  – частная производная массы жидкости в потоке по массе жидкости по показаниям ВУ;  
 $\frac{\partial M}{\partial \rho_a}$  – частная производная массы жидкости в потоке по плотности воздуха;

$\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{жа}}}$  – частная производная массы жидкости в потоке по плотности жидкости при атмосферном давлении;

$\frac{\partial Q_M}{\partial M_{\text{изм}}}$  – частная производная массового расхода жидкости по массе жидкости по показаниям ВУ;

$\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_a}$  – частная производная массового расхода жидкости по плотности воздуха;

$\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_{\text{жа}}}$  – частная производная массового расхода жидкости по плотности жидкости при атмосферном давлении;

$\frac{\partial Q_M}{\partial \tau}$  – частная производная массового расхода жидкости по интервалу времени измерений;

$\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{изм}}}$  – частная производная объемного расхода жидкости по массе жидкости по показаниям ВУ;

$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_a}$  – частная производная объемного расхода жидкости по плотности воздуха;

$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{ж}}}$  – частная производная объемного расхода жидкости по плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе;

$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{жа}}}$  – частная производная объемного расхода жидкости по плотности жидкости при атмосферном давлении;

$\frac{\partial Q_V}{\partial \tau}$  – частная производная объемного расхода жидкости по интервалу времени измерений;

$\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}}$  – частная производная объема жидкости в потоке по массе жидкости по показаниям ВУ;

$\frac{\partial V}{\partial \rho_a}$  – частная производная объема жидкости в потоке по плотности воздуха;

$\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{ж}}}$  – частная производная объема жидкости в потоке по плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе;

$\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{жа}}}$  – частная производная объема жидкости в потоке по плотности жидкости при атмосферном давлении;

$\frac{\partial \rho_a}{\partial h_a}$  – частная производная плотности воздуха по относительной влажности воздуха;

$\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a}$  – частная производная плотности воздуха по атмосферному давлению;

$\frac{\partial \rho_a}{\partial T_a}$  – частная производная плотности воздуха по температуре воздуха;

наиб – индекс наибольшего значения;

наим – индекс наименьшего значения.

## 5 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции	Номер раздела	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	11.1	Да	Да
2 Проверка программного обеспечения средства измерений	11.2	Да	Да
3 Проверка электрического сопротивления между контактами защитного заземления и доступными прикосновению металлическими токоведущими частями	11.3	Да	Нет
4 Проверка сопротивления изоляции	11.4	Да	Нет
5 Проверка герметичности	11.5	Да	Да
6 Опробование средства измерений	11.6	Да	Да
7 Определение метрологических характеристик средства измерений методом косвенных измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11.7	Да	Да
8 Определение метрологических характеристик средства измерений методом сличения при помощи эталона сравнения, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11.8	Да	Нет
Примечание – При невозможности выполнения операций в полном объеме, в связи с конструктивными особенностями УП, поверку по настоящему документу не проводят.			

## 6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки
1	2
11.3 Проверка электрического сопротивления между контактами защитного заземления и доступными прикосновению металлическими токоведущими частями	Диапазон измерений от 0,05 до 0,15 Ом, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5\%$



1	2
11.4 Проверка сопротивления изоляции	Диапазон измерений от 15 до 25 МОм, испытательное напряжение постоянного тока 500 В, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 5\%$
11.7 Определение метрологических характеристик средства измерений методом косвенных измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда по ГПСМ (в необходимом количестве); рабочий эталон единицы времени 5 разряда по ГПСВЧ (с необходимым диапазоном интервалов времени)
11.8 Определение метрологических характеристик методом сличения при помощи эталона сравнения, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Вторичный эталон или рабочий эталон 1 или 2 разряда из части 1 ГПС (с необходимым диапазоном расходов)
<p>Примечания:</p> <p>1 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой УП с требуемой точностью;</p> <p>2 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие положительные сведения о поверке, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений;</p> <p>3 Допускается проводить поверку УП, используемой для измерений (воспроизведения) меньшего числа единиц величин (масса жидкости в потоке и/или объем жидкости в потоке и/или массовых расход жидкости и/или объемный расход жидкости) и/или с меньшим диапазоном измерений (воспроизведения) единиц величин (массы и/или объема жидкости в потоке, массового и/или объемного расходов жидкости) на основании письменного заявления владельца УП, оформленного в произвольной форме, с соответствующим занесением информации в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.</p>	

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

7.1 При проведении поверки исполнители должны соответствовать следующим требованиям:

- обладать навыками работы на применяемых средствах поверки;
- знать требования данного документа;
- обладать навыками работы по данному документу.

## **8 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

8.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах;
- правил по охране труда, действующих на месте проведения поверки.

8.2 К средствам поверки и УП обеспечивают свободный доступ.

8.3 Освещенность должна обеспечивать отчетливую видимость средств поверки и УП, а также снятие показаний с них.

8.4 При появлении течи измеряемой среды и других ситуаций, нарушающих процесс проведения поверки, поверка должна быть прекращена или приостановлена до устранения неисправностей.

## 9 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

9.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

9.1.1 Окружающая среда – воздух с параметрами:

- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| – температура, °С            | от +10 до +30 |
| – относительная влажность, % | от 30 до 80   |
| – атмосферное давление, кПа  | от 84 до 106  |

Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды, на момент поверки УП должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.1.2 Измеряемая среда – жидкость (вода питьевая) с параметрами:

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| – температура, °С | от +10 до +30   |
| – давление, МПа   | от 0,05 до 0,80 |

Средства измерений, предназначенные для измерений условий измеряемой среды, на момент поверки УП должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки средств измерений, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.1.3 Для выбора точек при проведении поверки для каждого ВУ, входящего в состав УП, определяют единицы величин, которые воспроизводит УП с применением ВУ, и диапазоны расходов (массового и (или) объемного) жидкости и (или) количества (массы и (или) объема) жидкости в потоке.

9.1.4 В зависимости от диапазона расхода (массового и (или) объемного) жидкости для каждого ВУ, входящего в состав УП, выбирают следующие точки расхода: наименьшая ( $Q_{M(V)наим}$ , т/ч ( $м^3/ч$ )), наибольшая ( $Q_{M(V)наиб}$ , т/ч ( $м^3/ч$ )) и 0,5 от суммы наибольшей и наименьшей точек расходов ( $0,5 \cdot (Q_{M(V)наиб} + Q_{M(V)наим})$ , т/ч ( $м^3/ч$ )). Допускают увеличивать количество точек в диапазоне. Допускают смещать точки на  $\pm 5\%$  от выбранных значений.

9.1.5 В зависимости от диапазона количества (массы и (или) объема) жидкости в потоке для каждого ВУ, входящего в состав УП, выбирают следующие точки количества: наименьшая ( $M(V)наим$ , т ( $м^3$ )), наибольшая ( $M(V)наиб$ , т ( $м^3$ )) и 0,5 от суммы наибольшей и наименьшей точек количества ( $0,5 \cdot (M(V)наиб + M(V)наим)$ , т ( $м^3$ )). Допускают увеличивать количество точек в диапазоне. Допускают смещать точки на  $\pm 5\%$  от выбранных значений.

9.1.6 В зависимости от диапазона интервалов времени измерений для каждого ВУ, входящего в состав УП, выбирают следующие точки интервалов времени измерений: наименьшая ( $\tau_{наим}$ , с), наибольшая ( $\tau_{наиб}$ , с) и 0,5 от суммы наибольшей и наименьшей точек интервалов времени измерений ( $0,5 \cdot (\tau_{наиб} + \tau_{наим})$ , с). Допускают увеличивать количество точек в диапазоне. Допускают смещать точки на  $\pm 5\%$  от выбранных значений.

9.1.7 ЭС исследуют на ЭТ в двух точках расхода (первая точка расхода в диапазоне от +8 % до +10 % выбранных точек расхода при проведении поверки для каждого ВУ, вторая точка расхода в диапазоне от -10 % до -8 % выбранных точек расхода при проведении поверки для каждого ВУ) до и после проведения работ на УП в соответствии с Приложением А. Допускают увеличивать количество точек в диапазоне. При исследовании ЭС в каждой точке проводят не менее 11 (одинадцати) измерений.

9.1.8 Для исключения грубых погрешностей прямых многократных измерений используют критерий Граббса. Статистический критерий Граббса исключения грубых погрешностей прямых многократных измерений основан на предположении о том, что группа результатов прямых многократных измерений принадлежит нормальному распределению. Вычисляют критерий Граббса в соответствии с разделом 6 ГОСТ Р 8.736.

9.1.9 Корреляция между погрешностями измерений величин, входящих в уравнения измерений, отсутствует.

9.1.10 При расчетах необходимо соблюдать размерность единиц величин.

## 10 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

10.1 При подготовке УП к проведению поверки руководствуются эксплуатационными документами на УП.

10.2 При выполнении операции поверки по пункту 11.8 устанавливают ЭС на УП и проверяют герметичность соединений. Подключают питание ЭС в соответствии с правилами содержания и применения ЭТ. Выдерживают ЭС во включенном состоянии не менее 15 минут, если иное не установлено в правилах содержания и применения ЭТ.

## 11 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 11.1 Внешний осмотр

11.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие УП следующим требованиям:

- на УП не должно быть механических повреждений и дефектов, препятствующих ее применению;
- комплектность УП должна соответствовать эксплуатационным документам;
- надписи и обозначения на УП должны быть четкими и соответствовать эксплуатационным документам.

11.1.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если на УП отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие ее применению, комплектность УП соответствует эксплуатационным документам, надписи и обозначения на УП четкие и соответствуют эксплуатационным документам, или отрицательным, если на УП присутствуют механические повреждения или дефекты, препятствующие ее применению, и/или комплектность УП не соответствует эксплуатационным документам, и/или надписи и обозначения на УП не четкие и не соответствуют эксплуатационным документам. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

### 11.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения средства измерений

Данный пункт выполняется при наличии программного обеспечения у поверяемой УП.

11.2.1 При проведении поверки выполняют операцию подтверждения соответствия ПО заявленным идентификационным данным с использованием ПО УП.

11.2.2 При подготовке к проведению подтверждения соответствия запускают ПО УП (при необходимости дополнительное ПО (HashTab номер версии не ниже 6.0.0 или Total Commander номер версии не ниже 8.00 или EF CheckSum Manager номер версии не ниже 18.03 или аналогичное), необходимое для определения идентификационных данных).

11.2.3 Определяют идентификационные данные ПО согласно эксплуатационным документам УП.

11.2.4 Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считают положительным, если полученные идентификационные данные ПО УП (идентификационное наименование ПО (при наличии), номер версии (идентификационный номер ПО) (при наличии), цифровой идентификатор ПО (при наличии)) соответствуют идентификационным данным, указанным в эксплуатационных документах, или отрицательным, если полученные идентификационные данные ПО УП (идентификационное наименование ПО (при наличии), номер версии (идентификационный номер ПО) (при наличии), цифровой идентификатор ПО (при наличии)) не соответствуют идентификационным данным, указанным в эксплуатационных документах. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.3 Проверка электрического сопротивления между контактами защитного заземления и доступными прикосновению металлическими токоведущими частями

11.3.1 Проверку электрического сопротивления между контактами защитного заземления и доступными прикосновению металлическими токоведущими частями проводят измерителем электрического сопротивления постоянного тока в трех точках доступных прикосновению металлических токоведущих частях УП, при этом УП должна быть отключена от сети питания.

11.3.2 Результат считают положительным, если значения сопротивлений не превышают 0,1 Ом, или отрицательным, если значения сопротивлений превышают 0,1 Ом. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

#### 11.4 Проверка сопротивления изоляции

11.4.1 Проверку сопротивления изоляции токоведущих цепей проводят измерителем электрического сопротивления постоянного тока номинальным напряжением 500 В путем приложения напряжения между цепью питания и корпусом УП. Съём показаний проводят через 1 минуту после приложения напряжения.

11.4.2 Результат считают положительным, если значение сопротивления изоляции не менее 20 МОм, или отрицательным, если значение сопротивления изоляции менее 20 МОм. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

#### 11.5 Проверка герметичности

11.5.1 Проверку герметичности проводят при наибольшем давлении измеряемой среды, указанном в эксплуатационных документах УП.

11.5.2 Результат считают положительным, если после 10 минут выдержки под наибольшим давлением не наблюдают падение давления в УП, отсутствуют течи в резьбовых и фланцевых соединениях, а также запотевания сварных швов, или отрицательным, если после 10 минут выдержки под наибольшим давлением наблюдают падение давления в УП, присутствуют течи в резьбовых и фланцевых соединениях, а также запотевания сварных швов. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

#### 11.6 Опробование средства измерений

11.6.1 Опробование проводят путем увеличения расхода измеряемой среды на УП до наибольшего значения расхода с последующей фиксацией, а затем уменьшения расхода измеряемой среды до наименьшего значения расхода с последующей его фиксацией.

11.6.2 Результат считают положительным, если при увеличении и уменьшении расхода показания УП изменяются соответствующим образом (увеличиваются и уменьшаются), а зафиксированные значения расходов соответствуют значениям, указанным в эксплуатационных документах, или отрицательным, если при увеличении и уменьшении расхода показания УП не изменяются соответствующим образом (увеличиваются и уменьшаются), а зафиксированные значения расходов не соответствуют значениям, указанным в эксплуатационных документах. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.7 Определение метрологических характеристик средства измерений методом косвенных измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.7.1 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке методом косвенных измерений

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке.

11.7.1.1 Для расчета массы жидкости в потоке  $M$ , кг, используют следующее уравнение измерений:

$$M = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{(\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}})} \quad (1)$$

11.7.1.2 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ

Отклонения показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ определяют последовательным нагружением ВУ. Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда по ГПСМ равномерно размещают на платформе ВУ. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати) в каждой точке. Нагружения производят с установленным на ВУ весовым баком. При отсутствии такой возможности ВУ нагружают балластным грузом массой, аналогичной массе весового бака, и обнуляют показания ВУ. Точки количества выбирают в соответствии с пунктом 9.1.5.

Примечание – Вместо рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ допускают применять рабочий(е) эталон(ы) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратор массы и балластный груз в необходимом количестве. Балластный груз предварительно пронумеровывают, далее определяют действительную массу каждого груза.

Отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(M_{\text{изм}})_{ji}$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} = M_{\text{изм}ji} - M_{\text{г}ji} \quad (2)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(M_{\text{изм}})_{ji} \quad (3)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{изм}})_j = \left| \overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j \right| + \left| \Delta_{\text{г}j} \right| \quad (4)$$

Примечания:

1 Значение  $\Delta_{\text{г}}$  является суммой погрешностей рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, используемых в конкретной точке;

2 В случае применения рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратора массы и балластного груза в необходимом количестве значение  $\Delta_{\text{г}}$  является суммой погрешностей рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ и компаратора массы, используемых в конкретной точке.

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{изм}})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} - \overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (5)$$

#### 11.7.1.3 Определение НСП измерительного канала плотности воздуха

Плотность воздуха  $\rho_a$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho_a = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot T_a}}{273,15 + T_a}. \quad (6)$$

НСП измерительного канала плотности воздуха  $\Theta(\rho_a)$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_a) = \pm \left( \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) \cdot \Delta(T_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) \cdot \Delta(P_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) \cdot \Delta(h_a) \right| \right), \quad (7)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) = - \frac{0,0005522688 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{T_a + 273,15} - \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)^2}, \quad (8)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) = - \frac{0,009024 \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)}, \quad (9)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) = \frac{0,34848}{(T_a + 273,15)}. \quad (10)$$

#### 11.7.1.4 Определение НСП измерительного канала плотности жидкости

Плотность жидкости при атмосферном давлении  $\rho_{\text{жа}}$ , кг/м<sup>3</sup>, выбирают из таблицы (вычисляют по формуле) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости, созданной при анализе жидкости в УП в рабочем диапазоне температуры и давления жидкости УП с равномерным шагом приращения температуры жидкости равным 0,1 °С с абсолютной погрешностью измерений плотности жидкости не хуже  $\pm 0,1$  кг/м<sup>3</sup>.

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на 0,1 °С при атмосферном давлении в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $A_k$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным 0,1 °С от исходной точки  $T_{\text{ж}k}$  к конечной  $T_{\text{ж}k} + 0,1$  при атмосферном давлении, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$ . Расчет начинают от значения нижней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{\text{ж}1}$ . Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $A_1$  определяют приращением аргумента

в исходной точке  $T_{ж1}$  и конечной точке  $T_{ж1} + 0,1$  при атмосферном давлении  $\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{ж1}} - \rho_{T_{ж1}+0,1} \right) / \left( T_{ж1} - (T_{ж1} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Расчет заканчивают значением верхней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{жl}$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $A_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при атмосферном давлении  $\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{жl}-0,1} - \rho_{T_{жl}} \right) / \left( (T_{жl} - 0,1) - T_{жl} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $A$  из конечного множества полученных значений  $A_k$ .

НСП измерительного канала плотности жидкости при атмосферном давлении  $\Theta(\rho_{жа})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{жа}) = \pm \left( |A \cdot \Delta(T_{ж})| + |\Delta(\rho_{ж})| \right). \quad (11)$$

11.7.1.5 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП  
Точки расхода выбирают в соответствии с пунктом 9.1.4.

Для каждой точки расхода выбирают не менее 5 (пяти) значений интервала времени измерений, в течение которого жидкость поступает в весовое устройство: наибольшее ( $\tau_1, c$ ), наименьшее ( $\tau_5, c$ ), средние арифметические значения ( $\tau_2 = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_3), c$ ), ( $\tau_3 = 0,5 \cdot (\tau_1 + \tau_5), c$ ) и ( $\tau_4 = 0,5 \cdot (\tau_3 + \tau_5), c$ ).

Для каждой точки интервала времени измерений проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений.

Для каждой точки расхода визуально убеждаются в отсутствии эффектов в переключателе потока, связанных с разбрызгиванием и перетеканием.

При каждом измерении записывают значения массы жидкости в потоке, массового расхода жидкости и интервала времени измерений, рассчитывают их средние арифметические значения.

Составляют десять систем уравнений, каждая из которых состоит из двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными:

$$1-2 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \end{cases}, \quad (12)$$

$$1-3 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (13)$$

$$1-4 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{mn4j} \end{cases}, \quad (14)$$

$$1-5 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{mn5j} \end{cases}, \quad (15)$$

$$2-3 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (16)$$

$$2-4 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (17)$$

$$2-5 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (18)$$

$$3-4 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (19)$$

$$3-5 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (20)$$

$$4-5 \begin{cases} \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}. \quad (21)$$

Для решения систем уравнений принимают допущения, что массы жидкости, не попавшие в ВУ, для  $\overline{\tau}_{1j}$ ,  $\overline{\tau}_{2j}$ ,  $\overline{\tau}_{3j}$ ,  $\overline{\tau}_{4j}$  и  $\overline{\tau}_{5j}$  равны ( $M_{\text{nn}1j} = M_{\text{nn}2j} = M_{\text{nn}3j} = M_{\text{nn}4j} = M_{\text{nn}5j}$ ), а в системах уравнений 1-2, 1-3, 1-4 и 1-5 значение  $\overline{Q}_{M1}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M1}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 2-3, 2-4 и 2-5 значение  $\overline{Q}_{M2}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M2}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 3-4 и 3-5 значение  $\overline{Q}_{M3}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M3}$  во второе уравнение каждой системы; в системе уравнений 4-5 значение  $\overline{Q}_{M4}$  «истинное», где искомую величину определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M4}$  во второе уравнение данной системы.

Массу жидкости, которая не попала в весовое устройство, в  $j$ -ой точке  $\overline{M}_{\text{nn}j}$ , кг, вычисляют по формулам:

$$\overline{M}_{\text{nn}j} = \frac{M_{\text{nn}(1-2)j} + M_{\text{nn}(1-3)j} + M_{\text{nn}(1-4)j} + M_{\text{nn}(1-5)j} + \dots + M_{\text{nn}(4-5)j}}{10}, \quad (22)$$

$$M_{\text{nn}(1-2)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - \overline{M}_{2j}, \quad (23)$$

$$M_{\text{nn}(1-3)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (24)$$

$$M_{\text{nn}(1-4)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (25)$$

$$M_{\text{nn}(1-5)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (26)$$

$$M_{\text{nn}(2-3)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (27)$$



$$M_{\text{ин}(2-4)_j} = \overline{Q_{M2}_j} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (28)$$

$$M_{\text{ин}(2-5)_j} = \overline{Q_{M2}_j} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (29)$$

$$M_{\text{ин}(3-4)_j} = \overline{Q_{M3}_j} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (30)$$

$$M_{\text{ин}(3-5)_j} = \overline{Q_{M3}_j} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (31)$$

$$M_{\text{ин}(4-5)_j} = \overline{Q_{M4}_j} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}. \quad (32)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{ин}})_j = \overline{M_{\text{ин}j}}. \quad (33)$$

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{ин}})_j = \sqrt{\frac{\left(M_{\text{ин}(1-2)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \left(M_{\text{ин}(1-3)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \left(M_{\text{ин}(1-4)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \dots + \left(M_{\text{ин}(4-5)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (34)$$

11.7.1.6 НСП УП при измерении массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\Theta(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M)_j = \frac{1,1 \cdot 100}{M_j} \sqrt{\left(\frac{\partial M}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial M_{\text{ин}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{ин}})_j^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{жа}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жа}})_j^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{а}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{а}})_j^2}, \quad (35)$$

$$\frac{\partial M}{\partial M_{\text{изм}}} = -\frac{\rho_{\text{жа}}}{\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}}}, \quad (36)$$

$$\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{жа}}} = -\frac{M_{\text{изм}}}{\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}}} - \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{(\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (37)$$

$$\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{а}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{(\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}. \quad (38)$$

11.7.1.7 СКО УП при измерении массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(M)_j = \frac{100}{M_j} \sqrt{\left(\frac{\partial M}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial M_{\text{ин}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{ин}})_j^2}. \quad (39)$$

11.7.1.8 СКО НСП УП при измерении массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S_{\Theta}(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Theta}(M)_j = \frac{\Theta(M)_j}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (40)$$

11.7.1.9 Суммарное СКО УП при измерении массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S_{\Sigma}(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(M)_j = \sqrt{S(M)_j^2 + S_{\Theta}(M)_j^2}. \quad (41)$$

11.7.1.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП, в  $j$ -ой точке  $K_{\Sigma}(M)_j$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(M)_j = \frac{\Theta(M)_j + t_{0,95} \cdot S(M)_j}{S(M)_j + S_{\Theta}(M)_j}. \quad (42)$$

Примечание – Значение  $t_{0,95}$  в зависимости от количества измерений  $n$  выбирается из таблицы 3.

Таблица 3 – Значение  $t_{0,95}$  в зависимости от количества измерений  $n$

$n$	5	6	7	8	9	10	11	13	15
$t_{0,95}$	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,179	2,145
$n$	17	19	21	23	25	27	29	31	$\infty$
$t_{0,95}$	2,120	2,101	2,086	2,074	2,064	2,056	2,048	2,042	1,960

11.7.1.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\delta_{\Sigma}(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(M)_j = \pm K_{\Sigma}(M)_j \cdot S_{\Sigma}(M)_j. \quad (43)$$

11.7.1.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.7.2 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости методом косвенных измерений

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости.

11.7.2.1 Для расчета массового расхода жидкости  $Q_M$ , кг/с, используют следующее уравнение измерений:

$$Q_M = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}})} \quad (44)$$

11.7.2.2 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ

Отклонения показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ определяют последовательным нагружением ВУ. Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда по ГПСМ равномерно размещают на платформе ВУ. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати) в каждой точке. Нагружения производят с установленным на ВУ весовым баком. При отсутствии такой возможности ВУ нагружают балластным грузом массой, аналогичной массе весового бака, и обнуляют показания ВУ. Точки количества выбирают в соответствии с пунктом 9.1.5.

Примечание – Вместо рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ допускают применять рабочий(е) эталон(ы) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратор массы и балластный груз в необходимом количестве. Балластный груз предварительно пронумеровывают, далее определяют действительную массу каждого груза.

Отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(M_{\text{изм}})_{ji}$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} = M_{\text{изм } ji} - M_{\text{г } ji} \quad (45)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(M_{\text{изм}})_{ji} \quad (46)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{изм}})_j = \left| \overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j \right| + \left| \Delta_{\text{г } j} \right| \quad (47)$$

Примечания:

1 Значение  $\Delta_r$  является суммой погрешностей рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, используемых в конкретной точке;

2 В случае применения рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратора массы и балластного груза в необходимом количестве значение  $\Delta_r$  является суммой погрешностей рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ и компаратора массы, используемых в конкретной точке.

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{изм}})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} - \overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (48)$$

11.7.2.3 Определение СКО и НСП измерительного канала интервалов времени измерений

Рабочий эталон единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ синхронизируют с сигналами «старт» и «стоп» УП, которые формируют интервал времени измерений. Запускают программное обеспечение УП и задают интервалы времени измерений в соответствии с пунктом 9.1.6 и в рабочем режиме УП проводят измерения. Результаты показаний измерительного канала интервалов времени измерений сравнивают с показаниями рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ и определяют отклонение. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати).

Отклонение показаний измерительного канала интервалов времени измерений от показаний рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(\tau)_{ji}$ , с, вычисляют по формуле:

$$\Delta(\tau)_{ji} = \tau_{ji} - \tau_{ч\,ji}. \quad (49)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала интервалов времени измерений от показаний рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(\tau)}_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(\tau)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(\tau)_{ji}. \quad (50)$$

НСП измерительного канала интервала времени измерений в  $j$ -ой точке  $\Theta(\tau)_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\tau)_j = \left| \overline{\Delta(\tau)}_j \right| + \left| \Delta_{ч\,j} \right|. \quad (51)$$

11.7.2.3.1 СКО измерительного канала времени измерений в  $j$ -ой точке  $S(\tau)_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$S(\tau)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(\tau)_{ji} - \overline{\Delta(\tau)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (52)$$

11.7.2.4 Определение НСП измерительного канала плотности воздуха  
Плотность воздуха  $\rho_a$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho_a = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot T_a}}{273,15 + T_a}. \quad (53)$$

НСП измерительного канала плотности воздуха  $\Theta(\rho_a)$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_a) = \pm \left( \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) \cdot \Delta(T_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) \cdot \Delta(P_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) \cdot \Delta(h_a) \right| \right), \quad (54)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) = - \frac{0,0005522688 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{T_a + 273,15} - \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)^2}, \quad (55)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) = - \frac{0,009024 \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)}, \quad (56)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) = \frac{0,34848}{(T_a + 273,15)}. \quad (57)$$

11.7.2.5 Определение НСП измерительного канала плотности жидкости

Плотность жидкости при атмосферном давлении  $\rho_{жа}$ , кг/м<sup>3</sup>, выбирают из таблицы (вычисляют по формуле) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости, созданной при анализе жидкости в УП в рабочем диапазоне температуры и давления жидкости УП с равномерным шагом приращения температуры жидкости равным 0,1 °С с абсолютной погрешностью измерений плотности жидкости не хуже  $\pm 0,1$  кг/м<sup>3</sup>.

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на 0,1 °С при атмосферном давлении в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $A_k$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным 0,1 °С от исходной точки  $T_{жk}$  к конечной  $T_{жk} + 0,1$  при атмосферном давлении, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$ . Расчет начинают от значения нижней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{ж1}$ . Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $A_1$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{ж1}$  и конечной точке  $T_{ж1} + 0,1$  при атмосферном давлении

$\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{ж1}} - \rho_{T_{ж1}+0,1} \right) / \left( T_{ж1} - (T_{ж1} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Расчет заканчивают значением верхней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{жl}$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $A_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при атмосферном давлении  $\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{жl}-0,1} - \rho_{T_{жl}} \right) / \left( (T_{жl} - 0,1) - T_{жl} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $A$  из конечного множества полученных значений  $A_k$ .

НСП измерительного канала плотности жидкости при атмосферном давлении  $\Theta(\rho_{жа})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{жа}) = \pm \left( |A \cdot \Delta(T_{ж})| + |\Delta(\rho_{ж})| \right). \quad (58)$$

11.7.2.6 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП  
Точки расхода выбирают в соответствии с пунктом 9.1.4.

Для каждой точки расхода выбирают не менее 5 (пяти) значений интервала времени измерений, в течение которого жидкость поступает в весовое устройство: наибольшее ( $\tau_1$ , с), наименьшее ( $\tau_5$ , с), средние арифметические значения ( $\tau_2=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_3)$ , с), ( $\tau_3=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_5)$ , с) и ( $\tau_4=0,5 \cdot (\tau_3+\tau_5)$ , с).

Для каждой точки интервала времени измерений проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений.

Для каждой точки расхода визуально убеждаются в отсутствии эффектов в переключателе потока, связанных с разбрызгиванием и перетеканием.

При каждом измерении записывают значения массы жидкости в потоке, массового расхода жидкости и интервала времени измерений, рассчитывают их средние арифметические значения.

Составляют десять систем уравнений, каждая из которых состоит из двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными:

$$1-2 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \end{cases}, \quad (59)$$

$$1-3 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (60)$$

$$1-4 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{mn4j} \end{cases}, \quad (61)$$

$$1-5 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{mn5j} \end{cases}, \quad (62)$$

$$2-3 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (63)$$

$$2-4 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (64)$$

$$2-5 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (65)$$

$$3-4 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (66)$$

$$3-5 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (67)$$

$$4-5 \begin{cases} \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}. \quad (68)$$

Для решения систем уравнений принимают допущения, что массы жидкости, не попавшие в ВУ, для  $\overline{\tau}_{1j}$ ,  $\overline{\tau}_{2j}$ ,  $\overline{\tau}_{3j}$ ,  $\overline{\tau}_{4j}$  и  $\overline{\tau}_{5j}$  равны ( $M_{\text{nn}1j} = M_{\text{nn}2j} = M_{\text{nn}3j} = M_{\text{nn}4j} = M_{\text{nn}5j}$ ), а в системах уравнений 1-2, 1-3, 1-4 и 1-5 значение  $\overline{Q}_{M1}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M1}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 2-3, 2-4 и 2-5 значение  $\overline{Q}_{M2}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M2}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 3-4 и 3-5 значение  $\overline{Q}_{M3}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M3}$  во второе уравнение каждой системы; в системе уравнений 4-5 значение  $\overline{Q}_{M4}$  «истинное», где искомую величину определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M4}$  во второе уравнение данной системы.

Массу жидкости, которая не попала в весовое устройство, в  $j$ -ой точке  $\overline{M}_{\text{nn}j}$ , кг, вычисляют по формулам:

$$\overline{M}_{\text{nn}j} = \frac{M_{\text{nn}(1-2)j} + M_{\text{nn}(1-3)j} + M_{\text{nn}(1-4)j} + M_{\text{nn}(1-5)j} + \dots + M_{\text{nn}(4-5)j}}{10}, \quad (69)$$

$$M_{\text{nn}(1-2)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - \overline{M}_{2j}, \quad (70)$$

$$M_{\text{nn}(1-3)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (71)$$

$$M_{\text{nn}(1-4)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (72)$$

$$M_{\text{nn}(1-5)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (73)$$

$$M_{\text{nn}(2-3)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (74)$$

$$M_{\text{ин}(2-4)j} = \overline{Q_{M2j}} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (75)$$

$$M_{\text{ин}(2-5)j} = \overline{Q_{M2j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (76)$$

$$M_{\text{ин}(3-4)j} = \overline{Q_{M3j}} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (77)$$

$$M_{\text{ин}(3-5)j} = \overline{Q_{M3j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (78)$$

$$M_{\text{ин}(4-5)j} = \overline{Q_{M4j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}. \quad (79)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{ин}})_j = \overline{M_{\text{ин}j}}. \quad (80)$$

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{ин}})_j = \sqrt{\frac{(M_{\text{ин}(1-2)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + (M_{\text{ин}(1-3)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + (M_{\text{ин}(1-4)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + \dots + (M_{\text{ин}(4-5)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (81)$$

11.7.2.7 НСП УП при измерении массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\Theta(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(Q_M)_j = \frac{1,1 \cdot 100}{Q_{Mj}} \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial Q_M}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial M_{\text{ин}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{ин}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_{\text{жа}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жа}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_{\text{а}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{а}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \tau}\right)_j^2 \cdot \Theta(\tau)_j^2}, \quad (82)$$

$$\frac{\partial Q_M}{\partial M_{\text{изм}}} = -\frac{\rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}, \quad (83)$$

$$\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_{\text{жа}}} = -\frac{M_{\text{изм}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})} - \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (84)$$

$$\frac{\partial Q_M}{\partial \rho_{\text{а}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (85)$$

$$\frac{\partial Q_M}{\partial \tau} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau^2 \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}. \quad (86)$$



11.7.2.8 СКО УП при измерении массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_M)_j = \frac{100}{Q_{Mj}} \sqrt{\left(\frac{\partial Q_M}{\partial M_{изм}}\right)_j^2 \cdot S(M_{изм})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial M_{ин}}\right)_j^2 \cdot S(M_{ин})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_M}{\partial \tau}\right)_j^2 \cdot S(\tau)_j^2}. \quad (87)$$

11.7.2.9 СКО НСП УП при измерении массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S_\Theta(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_\Theta(Q_M)_j = \frac{\Theta(Q_M)_j}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (88)$$

11.7.2.10 Суммарное СКО УП при измерении массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S_\Sigma(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_\Sigma(Q_M)_j = \sqrt{S(Q_M)_j^2 + S_\Theta(Q_M)_j^2}. \quad (89)$$

11.7.2.11 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП, в  $j$ -ой точке  $K_\Sigma(Q_M)_j$ , вычисляют по формуле:

$$K_\Sigma(Q_M)_j = \frac{\Theta(Q_M)_j + t_{0,95} \cdot S(Q_M)_j}{S(Q_M)_j + S_\Theta(Q_M)_j}. \quad (90)$$

11.7.2.12 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\delta_\Sigma(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_\Sigma(Q_M)_j = \pm K_\Sigma(Q_M)_j \cdot S_\Sigma(Q_M)_j. \quad (91)$$

11.7.2.13 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.7.3 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке методом косвенных измерений

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке.

11.7.3.1 Для расчета объема жидкости в потоке  $V$ , м<sup>3</sup>, используют следующее уравнение измерений:

$$V = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{(\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}}) \cdot \rho_{\text{ж}}}. \quad (92)$$

11.7.3.2 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ

Отклонения показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ определяют последовательным нагружением ВУ. Рабочие эталоны единицы массы разряда по ГПСМ равномерно размещают на платформе ВУ. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати) в каждой точке. Нагрузки производят с установленным на ВУ весовым баком. При отсутствии такой возможности ВУ нагружают балластным грузом массой, аналогичной массе весового бака, и обнуляют показания ВУ. Точки количества выбирают в соответствии с пунктом 9.1.5.

Примечание – Вместо рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ допускают применять рабочий(е) эталон(ы) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратор массы и балластный груз в необходимом количестве. Балластный груз предварительно пронумеровывают, далее определяют действительную массу каждого груза.

Отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(M_{\text{изм}})_{ji}$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} = M_{\text{изм}ji} - M_{\Gamma ji}. \quad (93)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(M_{\text{изм}})_{ji}. \quad (94)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{изм}})_j = \left| \overline{\Delta(M_{\text{изм}})}_j \right| + \left| \Delta_{\Gamma j} \right|. \quad (95)$$

Примечания:

1 Значение  $\Delta_{\Gamma}$  является суммой погрешностей рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, используемых в конкретной точке;

2 В случае применения рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратора массы и балластного груза в необходимом количестве значение  $\Delta_{\Gamma}$  является суммой погрешностей рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ и компаратора массы, используемых в конкретной точке.

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{изм}})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} - \overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (96)$$

### 11.7.3.3 Определение НСП измерительного канала плотности воздуха

Плотность воздуха  $\rho_a$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho_a = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot T_a}}{273,15 + T_a}. \quad (97)$$

НСП измерительного канала плотности воздуха  $\Theta(\rho_a)$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_a) = \pm \left( \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) \cdot \Delta(T_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) \cdot \Delta(P_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) \cdot \Delta(h_a) \right| \right), \quad (98)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) = - \frac{0,0005522688 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{T_a + 273,15} - \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)^2}, \quad (99)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) = - \frac{0,009024 \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)}, \quad (100)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) = \frac{0,34848}{(T_a + 273,15)}. \quad (101)$$

### 11.7.3.4 Определение НСП измерительного канала плотности жидкости

Плотность жидкости в трубопроводе  $\rho_{\text{жк}}$ , кг/м<sup>3</sup>, выбирают из таблицы (вычисляют по формуле) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости, созданной при анализе жидкости в УП в рабочем диапазоне температуры и давления жидкости УП с равномерными шагами приращения температуры и давления жидкости равными 0,1 °С и 0,1 МПа соответственно с абсолютной погрешностью измерений плотности жидкости не хуже  $\pm 0,1$  кг/м<sup>3</sup>.

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на 0,1 °С при атмосферном давлении в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $A_k$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным 0,1 °С от исходной точки  $T_{\text{жк}}$  к конечной  $T_{\text{жк}} + 0,1$  при атмосферном давлении, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$ . Расчет начинают от значения нижней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{\text{жк}1}$ . Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $A_1$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{\text{жк}1}$  и конечной точке  $T_{\text{жк}1} + 0,1$  при атмосферном давлении

$\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{ж1}} - \rho_{T_{ж1}+0,1} \right) / \left( T_{ж1} - (T_{ж1} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Расчет заканчивают значением верхней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{жl}$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $A_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при атмосферном давлении  $\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{жl}-0,1} - \rho_{T_{жl}} \right) / \left( (T_{жl} - 0,1) - T_{жl} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $A$  из конечного множества полученных значений  $A_k$ .

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на  $0,1$  °С в трубопроводе в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $B_k$ , где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным  $0,1$  °С, от исходной точки  $T_{жk}$  к конечной  $T_{жk} + 0,1$  при фиксированном значении давления  $P_{жq}$  жидкости в трубопроводе, где  $q$  изменяется в пределах от 1 до  $s$  с равномерным шагом приращения давления равным  $0,1$  МПа. Расчет начинается от значения нижней границы рабочего диапазона температуры  $T_{ж1}$  и давления  $P_{ж1}$  жидкости в трубопроводе. Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $B_1$  определяется приращением аргумента в исходной точке  $T_{ж1}$  и конечной точке  $T_{ж1} + 0,1$  для значения давления  $P_{ж1}$  жидкости в трубопроводе  $\left( B_1 = \left| \left( \rho_{T_{ж1}, P_{ж1}} - \rho_{T_{ж1}+0,1; P_{ж1}} \right) / \left( T_{ж1, P_{ж1}} - (T_{ж1, P_{ж1}} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $B_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при значении избыточного давления жидкости в трубопроводе  $P_{жs}$ .  $\left( B_l = \left| \left( \rho_{T_{жl}-0,1; P_{жs}} - \rho_{T_{жl}; P_{жs}} \right) / \left( (T_{жl; P_{жs}} - 0,1) - T_{жl; P_{жs}} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $B$  из конечного множества полученных значений  $B_k$ .

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении давления жидкости на  $0,1$  МПа в трубопроводе в рабочем диапазоне давления жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $C_q$ , где  $q$  изменяется в пределах от 1 до  $s$  с равномерным шагом приращения давления (аргумента) равным  $0,1$  МПа, от исходной точки  $P_{жq}$  к конечной  $P_{жq} + 0,1$  при фиксированном значении температуры  $T_{жk}$  жидкости в трубопроводе, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$  с равномерным шагом приращения температуры равным  $0,1$  °С. Расчет начинается от значения нижней границы рабочего диапазона давления  $P_{ж1}$  и температуры  $T_{ж1}$  жидкости в трубопроводе. Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $C_1$  определяется приращением аргумента в исходной точке  $P_{ж1}$  и конечной точке  $P_{ж1} + 0,1$  для значения температуры  $T_{ж1}$  жидкости в трубопроводе  $\left( C_1 = \left| \rho_{P_{ж1}, T_{ж1}} - \rho_{P_{ж1}+0,1; T_{ж1}} \right| / \left( P_{ж1, T_{ж1}} - (P_{ж1, T_{ж1}} + 0,1) \right) \right)$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $C_s$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $P_{жs} - 0,1$  и конечной точке  $P_{жs}$  при значении избыточного давления жидкости в трубопроводе  $T_{жl}$ .  $\left( C_s = \left| \rho_{P_{жs}-0,1; T_{жl}} - \rho_{P_{жs}; T_{жl}} \right| / \left( (P_{жs, T_{жl}} - 0,1) - P_{ж1, T_{жl}} \right) \right)$ . Выбирают наибольшее  $C$  из конечного множества полученных значений  $C_q$ .

НСП измерительного канала плотности жидкости при атмосферном давлении  $\Theta(\rho_{жа})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{жа}) = \pm(|A \cdot \Delta(T_{ж})| + |\Delta(\rho_{ж})|). \quad (102)$$

НСП измерительного канала плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе  $\Theta(\rho_{ж})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{ж}) = \pm(|B \cdot \Delta(T_{ж})| + |C \cdot \Delta(P_{ж})| + |\Delta(\rho_{ж})|). \quad (103)$$

11.7.3.5 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП  
Точки расхода выбирают в соответствии с пунктом 9.1.4.

Для каждой точки расхода выбирают не менее 5 (пяти) значений интервала времени измерений, в течение которого жидкость поступает в весовое устройство: наибольшее ( $\tau_1$ , с), наименьшее ( $\tau_5$ , с), средние арифметические значения ( $\tau_2=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_3)$ , с), ( $\tau_3=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_5)$ , с) и ( $\tau_4=0,5 \cdot (\tau_3+\tau_5)$ , с).

Для каждой точки интервала времени измерений проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений.

Для каждой точки расхода визуально убеждаются в отсутствии эффектов в переключателе потока, связанных с разбрызгиванием и перетеканием.

При каждом измерении записывают значения массы жидкости в потоке, массового расхода жидкости и интервала времени измерений, рассчитывают их средние арифметические значения.

Составляют десять систем уравнений, каждая из которых состоит из двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными:

$$1-2 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{ин1j} \\ \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{ин2j} \end{cases}, \quad (104)$$

$$1-3 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{ин1j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{ин3j} \end{cases}, \quad (105)$$

$$1-4 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{ин1j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{ин4j} \end{cases}, \quad (106)$$

$$1-5 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{ин1j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{ин5j} \end{cases}, \quad (107)$$

$$2-3 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{ин2j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{ин3j} \end{cases}, \quad (108)$$

$$2-4 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (109)$$

$$2-5 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{\text{nn}2j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (110)$$

$$3-4 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (111)$$

$$3-5 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (112)$$

$$4-5 \begin{cases} \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{\text{nn}4j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{\text{nn}5j} \end{cases}. \quad (113)$$

Для решения систем уравнений принимают допущения, что массы жидкости, не попавшие в ВУ, для  $\overline{\tau}_{1j}$ ,  $\overline{\tau}_{2j}$ ,  $\overline{\tau}_{3j}$ ,  $\overline{\tau}_{4j}$  и  $\overline{\tau}_{5j}$  равны ( $M_{\text{nn}1j} = M_{\text{nn}2j} = M_{\text{nn}3j} = M_{\text{nn}4j} = M_{\text{nn}5j}$ ), а в системах уравнений 1-2, 1-3, 1-4 и 1-5 значение  $\overline{Q}_{M1}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M1}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 2-3, 2-4 и 2-5 значение  $\overline{Q}_{M2}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M2}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 3-4 и 3-5 значение  $\overline{Q}_{M3}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M3}$  во второе уравнение каждой системы; в системе уравнений 4-5 значение  $\overline{Q}_{M4}$  «истинное», где искомую величину определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M4}$  во второе уравнение данной системы.

Массу жидкости, которая не попала в весовое устройство, в  $j$ -ой точке  $\overline{M}_{\text{nn}j}$ , кг, вычисляют по формулам:

$$\overline{M}_{\text{nn}j} = \frac{M_{\text{nn}(1-2)j} + M_{\text{nn}(1-3)j} + M_{\text{nn}(1-4)j} + M_{\text{nn}(1-5)j} + \dots + M_{\text{nn}(4-5)j}}{10}, \quad (114)$$

$$M_{\text{nn}(1-2)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - \overline{M}_{2j}, \quad (115)$$

$$M_{\text{nn}(1-3)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (116)$$

$$M_{\text{nn}(1-4)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (117)$$

$$M_{\text{nn}(1-5)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (118)$$

$$M_{\text{nn}(2-3)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (119)$$

$$M_{\text{ин}(2-4)j} = \overline{Q_{M2j}} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (120)$$

$$M_{\text{ин}(2-5)j} = \overline{Q_{M2j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (121)$$

$$M_{\text{ин}(3-4)j} = \overline{Q_{M3j}} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (122)$$

$$M_{\text{ин}(3-5)j} = \overline{Q_{M3j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (123)$$

$$M_{\text{ин}(4-5)j} = \overline{Q_{M4j}} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}. \quad (124)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{ин}})_j = \overline{M_{\text{ин}j}}. \quad (125)$$

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{ин}})_j = \sqrt{\frac{(M_{\text{ин}(1-2)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + (M_{\text{ин}(1-3)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + (M_{\text{ин}(1-4)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2 + \dots + (M_{\text{ин}(4-5)j} - \overline{M_{\text{ин}j}})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (126)$$

11.7.3.6 НСП УП при измерении объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\Theta(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(V)_j = \frac{1,1 \cdot 100}{V_j} \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{ин}})_j^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{жа}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жа}})_j^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{а}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{а}})_j^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{ж}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{ж}})_j^2}, \quad (127)$$

$$\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}} = -\frac{\rho_{\text{жа}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}, \quad (128)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{жа}}} = -\frac{M_{\text{изм}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})} - \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (129)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{а}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (130)$$

$$\frac{\partial V}{\partial \rho_{\text{ж}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\rho_{\text{ж}}^2 \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}. \quad (131)$$

11.7.3.7 СКО УП при измерении объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(V)_j = \frac{100}{V_j} \sqrt{\left(\frac{\partial V}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial M_{\text{ин}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{ин}})_j^2}. \quad (132)$$

11.7.3.8 СКО НСП УП при измерении объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S_{\Theta}(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Theta}(V)_j = \frac{\Theta(V)_j}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (133)$$

11.7.3.9 Суммарное СКО УП при измерении объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S_{\Sigma}(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(V)_j = \sqrt{S(V)_j^2 + S_{\Theta}(V)_j^2}. \quad (134)$$

11.7.3.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП, в  $j$ -ой точке  $K_{\Sigma}(V)_j$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(V)_j = \frac{\Theta(V)_j + t_{0,95} \cdot S(V)_j}{S(V)_j + S_{\Theta}(V)_j}. \quad (135)$$

11.7.3.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\delta_{\Sigma}(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(V)_j = \pm K_{\Sigma}(V)_j \cdot S_{\Sigma}(V)_j. \quad (136)$$

11.7.3.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.7.4 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости методом косвенных измерений

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости.



11.7.4.1 Для расчета объемного расхода жидкости  $Q_V$ , м<sup>3</sup>/с, используют следующее уравнение измерений:

$$Q_V = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}}) \cdot \rho_{\text{ж}}}. \quad (137)$$

11.7.4.2 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ

Отклонения показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ определяют последовательным нагружением ВУ. Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда по ГПСМ равномерно размещают на платформе ВУ. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати) в каждой точке. Нагружения производят с установленным на ВУ весовым баком. При отсутствии такой возможности ВУ нагружают балластным грузом массой, аналогичной массе весового бака, и обнуляют показания ВУ. Точки количества выбирают в соответствии с пунктом 9.1.5.

Примечание – Вместо рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ допускают применять рабочий(е) эталон(ы) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратор массы и балластный груз в необходимом количестве. Балластный груз предварительно пронумеровывают, далее определяют действительную массу каждого груза.

Отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(M_{\text{изм}})_{ji}$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} = M_{\text{изм}ji} - M_{\Gamma ji}. \quad (138)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала массы жидкости от показаний рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j}$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(M_{\text{изм}})_{ji}. \quad (139)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{изм}})_j = \left| \overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j} \right| + \left| \Delta_{\Gamma j} \right|. \quad (140)$$

Примечания:

1 Значение  $\Delta_{\Gamma}$  является суммой погрешностей рабочих эталонов единицы массы 4 разряда по ГПСМ, используемых в конкретной точке;

2 В случае применения рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ, компаратора массы и балластного груза в необходимом количестве значение  $\Delta_{\Gamma}$  является суммой погрешностей рабочего(их) эталона(ов) единицы массы 3 разряда по ГПСМ и компаратора массы, используемых в конкретной точке.

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой ВУ, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{изм}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(\overline{M}_{\text{изм}})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(M_{\text{изм}})_{ji} - \overline{\Delta(M_{\text{изм}})_j})^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (141)$$

11.7.4.3 Определение СКО и НСП измерительного канала интервалов времени измерений

Рабочий эталон единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ синхронизируют с сигналами «старт» и «стоп» УП, которые формируют интервал времени измерений. Запускают программное обеспечение УП и задают интервалы времени измерений в соответствии с пунктом 9.1.6 и в рабочем режиме УП проводят измерения. Результаты показаний измерительного канала интервалов времени измерений сравнивают с показаниями рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ и определяют отклонение. Количество измерений должно быть не менее 11 (одиннадцати).

Отклонение показаний измерительного канала интервалов времени измерений от показаний рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\Delta(\tau)_{ji}$ , с, вычисляют по формуле:

$$\Delta(\tau)_{ji} = \tau_{ji} - \tau_{\text{ч } ji}. \quad (142)$$

Среднее арифметическое отклонение показаний измерительного канала интервалов времени измерений от показаний рабочего эталона единицы времени 4 разряда по ГПСВЧ в  $j$ -ой точке  $\overline{\Delta(\tau)}_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$\overline{\Delta(\tau)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta(\tau)_{ji}. \quad (143)$$

НСП измерительного канала интервала времени измерений в  $j$ -ой точке  $\Theta(\tau)_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\tau)_j = \left| \overline{\Delta(\tau)}_j \right| + \left| \Delta_{\text{ч } j} \right|. \quad (144)$$

СКО измерительного канала времени измерений в  $j$ -ой точке  $S(\tau)_j$ , с, вычисляют по формуле:

$$S(\tau)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta(\tau)_{ji} - \overline{\Delta(\tau)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}}. \quad (145)$$

11.7.4.4 Определение НСП измерительного канала плотности воздуха  
Плотность воздуха  $\rho_a$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\rho_a = \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{0,0612 \cdot T_a}}{273,15 + T_a}. \quad (146)$$

НСП измерительного канала плотности воздуха  $\Theta(\rho_a)$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_a) = \pm \left( \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) \cdot \Delta(T_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) \cdot \Delta(P_a) \right| + \left| \left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) \cdot \Delta(h_a) \right| \right), \quad (147)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial T_a} \right) = - \frac{0,0005522688 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{T_a + 273,15} - \frac{0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot h_a \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)^2}, \quad (148)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial h_a} \right) = - \frac{0,009024 \cdot e^{(0,0612 \cdot T_a)}}{(T_a + 273,15)}, \quad (149)$$

$$\left( \frac{\partial \rho_a}{\partial P_a} \right) = \frac{0,34848}{(T_a + 273,15)}. \quad (150)$$

11.7.4.5 Определение НСП измерительного канала плотности жидкости

Плотность жидкости в трубопроводе  $\rho_{жa}$ , кг/м<sup>3</sup>, выбирают из таблицы (вычисляют по формуле) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости, созданной при анализе жидкости в УП в рабочем диапазоне температуры и давления жидкости УП с равномерными шагами приращения температуры и давления жидкости равными 0,1 °С и 0,1 МПа соответственно с абсолютной погрешностью измерений плотности жидкости не хуже  $\pm 0,1$  кг/м<sup>3</sup>.

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на 0,1 °С при атмосферном давлении в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $A_k$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным 0,1 °С от исходной точки  $T_{жk}$  к конечной  $T_{жk} + 0,1$  при атмосферном давлении, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$ . Расчет начинают от значения нижней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{ж1}$ . Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $A_1$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{ж1}$  и конечной точке  $T_{ж1} + 0,1$  при атмосферном давлении  $\left( A_1 = \left| \left( \rho_{T_{ж1}} - \rho_{T_{ж1} + 0,1} \right) / \left( T_{ж1} - (T_{ж1} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Расчет заканчивают значением верхней границы рабочего диапазона температуры жидкости УП  $T_{жl}$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $A_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при атмосферном давлении  $\left( A_l = \left| \left( \rho_{T_{жl} - 0,1} - \rho_{T_{жl}} \right) / \left( (T_{жl} - 0,1) - T_{жl} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $A$  из конечного множества полученных значений  $A_k$ .

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении температуры жидкости на  $0,1$  °С в трубопроводе в рабочем диапазоне температуры жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $B_k$ , где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$  с равномерным шагом приращения температуры (аргумента) равным  $0,1$  °С, от исходной точки  $T_{жk}$  к конечной  $T_{жk} + 0,1$  при фиксированном значении давления  $P_{жq}$  жидкости в трубопроводе, где  $q$  изменяется в пределах от 1 до  $s$  с равномерным шагом приращения давления равным  $0,1$  МПа. Расчет начинается от значения нижней границы рабочего диапазона температуры  $T_{ж1}$  и давления  $P_{ж1}$  жидкости в трубопроводе. Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $B_1$  определяется приращением аргумента в исходной точке  $T_{ж1}$  и конечной точке  $T_{ж1} + 0,1$  для значения давления  $P_{ж1}$  жидкости в трубопроводе  $\left( B_1 = \left| \left( \rho_{T_{ж1}, P_{ж1}} - \rho_{T_{ж1}+0,1; P_{ж1}} \right) / \left( T_{ж1, P_{ж1}} - (T_{ж1, P_{ж1}} + 0,1) \right) \right| \right)$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $B_l$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $T_{жl} - 0,1$  и конечной точке  $T_{жl}$  при значении избыточного давления жидкости в трубопроводе  $P_{жs}$ .  $\left( B_l = \left| \left( \rho_{T_{жl}-0,1; P_{жs}} - \rho_{T_{жl}; P_{жs}} \right) / \left( (T_{жl; P_{жs}} - 0,1) - T_{жl; P_{жs}} \right) \right| \right)$ . Выбирают наибольшее  $B$  из конечного множества полученных значений  $B_k$ .

Анализируют данные таблицы (формулы) зависимости плотности жидкости от температуры и давления жидкости с целью определения наибольшего значения приращения функции плотности жидкости при изменении давления жидкости на  $0,1$  МПа в трубопроводе в рабочем диапазоне давления жидкости. Рассчитывают конечное множество значений приращений функции плотности жидкости  $C_q$ , где  $q$  изменяется в пределах от 1 до  $s$  с равномерным шагом приращения давления (аргумента) равным  $0,1$  МПа, от исходной точки  $P_{жq}$  к конечной  $P_{жq} + 0,1$  при фиксированном значении температуры  $T_{жk}$  жидкости в трубопроводе, где  $k$  изменяется в пределах от 1 до  $l$  с равномерным шагом приращения температуры равным  $0,1$  °С. Расчет начинается от значения нижней границы рабочего диапазона давления  $P_{ж1}$  и температуры  $T_{ж1}$  жидкости в трубопроводе. Начальное значение приращения функции плотности жидкости  $C_1$  определяется приращением аргумента в исходной точке  $P_{ж1}$  и конечной точке  $P_{ж1} + 0,1$  для значения температуры  $T_{ж1}$  жидкости в трубопроводе  $\left( C_1 = \left| \rho_{P_{ж1}; T_{ж1}} - \rho_{P_{ж1}+0,1; T_{ж1}} \right| / \left( P_{ж1, T_{ж1}} - (P_{ж1, T_{ж1}} + 0,1) \right) \right)$ . Конечное значение приращения функции плотности жидкости  $C_s$  определяют приращением аргумента в исходной точке  $P_{жs} - 0,1$  и конечной точке  $P_{жs}$  при значении избыточного давления жидкости в трубопроводе  $T_{жl}$ .  $\left( C_s = \left| \rho_{P_{жs}-0,1; T_{жl}} - \rho_{P_{жs}; T_{жl}} \right| / \left( (P_{жs, T_{жl}} - 0,1) - P_{жl, T_{жl}} \right) \right)$ . Выбирают наибольшее  $C$  из конечного множества полученных значений  $C_q$ .

НСП измерительного канала плотности жидкости при атмосферном давлении  $\Theta(\rho_{жа})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{жа}) = \pm \left( \left| A \cdot \Delta(T_{ж}) \right| + \left| \Delta(\rho_{ж}) \right| \right). \quad (151)$$

НСП измерительного канала плотности жидкости при избыточном давлении в трубопроводе  $\Theta(\rho_{ж})$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле:

$$\Theta(\rho_{ж}) = \pm(|B \cdot \Delta(T_{ж})| + |C \cdot \Delta(P_{ж})| + |\Delta(\rho_{ж})|). \quad (152)$$

11.7.4.6 Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП  
Точки расхода выбирают в соответствии с пунктом 9.1.4.

Для каждой точки расхода выбирают не менее 5 (пяти) значений интервала времени измерений, в течение которого жидкость поступает в весовое устройство: наибольшее ( $\tau_1$ , с), наименьшее ( $\tau_5$ , с), средние арифметические значения ( $\tau_2=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_3)$ , с), ( $\tau_3=0,5 \cdot (\tau_1+\tau_5)$ , с) и ( $\tau_4=0,5 \cdot (\tau_3+\tau_5)$ , с).

Для каждой точки интервала времени измерений проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений.

Для каждой точки расхода визуально убеждаются в отсутствии эффектов в переключателе потока, связанных с разбрызгиванием и перетеканием.

При каждом измерении записывают значения массы жидкости в потоке, массового расхода жидкости и интервала времени измерений, рассчитывают их средние арифметические значения.

Составляют десять систем уравнений, каждая из которых состоит из двух линейных алгебраических уравнений с двумя неизвестными:

$$1-2 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \end{cases}, \quad (153)$$

$$1-3 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (154)$$

$$1-4 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{mn4j} \end{cases}, \quad (155)$$

$$1-5 \begin{cases} \overline{M}_{1j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{1j} - M_{mn1j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{mn5j} \end{cases}, \quad (156)$$

$$2-3 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \\ \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - M_{mn3j} \end{cases}, \quad (157)$$

$$2-4 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - M_{mn4j} \end{cases}, \quad (158)$$

$$2-5 \begin{cases} \overline{M}_{2j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - M_{mn2j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - M_{mn5j} \end{cases}, \quad (159)$$

$$3-4 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{\text{nn}4j} \end{cases}, \quad (160)$$

$$3-5 \begin{cases} \overline{M}_{3j} = \overline{Q}_{M3j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{\text{nn}3j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{\text{nn}5j} \end{cases}, \quad (161)$$

$$4-5 \begin{cases} \overline{M}_{4j} = \overline{Q}_{M4j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{\text{nn}4j} \\ \overline{M}_{5j} = \overline{Q}_{M5j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{\text{nn}5j} \end{cases}. \quad (162)$$

Для решения систем уравнений принимают допущения, что массы жидкости, не попавшие в ВУ, для  $\overline{\tau}_{1j}$ ,  $\overline{\tau}_{2j}$ ,  $\overline{\tau}_{3j}$ ,  $\overline{\tau}_{4j}$  и  $\overline{\tau}_{5j}$  равны ( $\overline{M}_{\text{nn}1j} = \overline{M}_{\text{nn}2j} = \overline{M}_{\text{nn}3j} = \overline{M}_{\text{nn}4j} = \overline{M}_{\text{nn}5j}$ ), а в системах уравнений 1-2, 1-3, 1-4 и 1-5 значение  $\overline{Q}_{M1}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M1}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 2-3, 2-4 и 2-5 значение  $\overline{Q}_{M2}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M2}$  во второе уравнение каждой системы, в системах уравнений 3-4 и 3-5 значение  $\overline{Q}_{M3}$  «истинное», где искомые величины определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M3}$  во второе уравнение каждой системы; в системе уравнений 4-5 значение  $\overline{Q}_{M4}$  «истинное», где искомую величину определяют путем подстановки  $\overline{Q}_{M4}$  во второе уравнение данной системы.

Массу жидкости, которая не попала в весовое устройство, в  $j$ -ой точке  $\overline{M}_{\text{nn}j}$ , кг, вычисляют по формулам:

$$\overline{M}_{\text{nn}j} = \frac{\overline{M}_{\text{nn}(1-2)j} + \overline{M}_{\text{nn}(1-3)j} + \overline{M}_{\text{nn}(1-4)j} + \overline{M}_{\text{nn}(1-5)j} + \dots + \overline{M}_{\text{nn}(4-5)j}}{10}, \quad (163)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(1-2)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{2j} - \overline{M}_{2j}, \quad (164)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(1-3)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (165)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(1-4)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (166)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(1-5)j} = \overline{Q}_{M1j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (167)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(2-3)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{3j} - \overline{M}_{3j}, \quad (168)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(2-4)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{4j} - \overline{M}_{4j}, \quad (169)$$

$$\overline{M}_{\text{nn}(2-5)j} = \overline{Q}_{M2j} \cdot \overline{\tau}_{5j} - \overline{M}_{5j}, \quad (170)$$

$$M_{\text{ин}(3-4)_j} = \overline{Q_{M3}_j} \cdot \overline{\tau_{4j}} - \overline{M_{4j}}, \quad (171)$$

$$M_{\text{ин}(3-5)_j} = \overline{Q_{M3}_j} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}, \quad (172)$$

$$M_{\text{ин}(4-5)_j} = \overline{Q_{M4}_j} \cdot \overline{\tau_{5j}} - \overline{M_{5j}}. \quad (173)$$

НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленную работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $\Theta(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M_{\text{ин}})_j = \overline{M_{\text{ин}j}}. \quad (174)$$

СКО измерительного канала массы жидкости, обусловленное работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП, в  $j$ -ой точке  $S(M_{\text{ин}})_j$ , кг, вычисляют по формуле:

$$S(M_{\text{ин}})_j = \sqrt{\frac{\left(M_{\text{ин}(1-2)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \left(M_{\text{ин}(1-3)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \left(M_{\text{ин}(1-4)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2 + \dots + \left(M_{\text{ин}(4-5)_j} - \overline{M_{\text{ин}j}}\right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (175)$$

11.7.4.7 НСП УП при измерении объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\Theta(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(Q_V)_j = \frac{1,1 \cdot 100}{Q_{Vj}} \cdot \sqrt{\left(\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{ин}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(M_{\text{ин}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{жа}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{жа}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{а}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{а}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{ж}}}\right)_j^2 \cdot \Theta(\rho_{\text{ж}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial \tau}\right)_j^2 \cdot \Theta(\tau)_j^2}, \quad (176)$$

$$\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{изм}}} = -\frac{\rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}, \quad (177)$$

$$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{жа}}} = -\frac{M_{\text{изм}}}{\tau \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})} - \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (178)$$

$$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{а}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})^2}, \quad (179)$$

$$\frac{\partial Q_V}{\partial \rho_{\text{ж}}} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau \cdot \rho_{\text{ж}}^2 \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}, \quad (180)$$

$$\frac{\partial Q_V}{\partial \tau} = \frac{\rho_{\text{жа}} \cdot M_{\text{изм}}}{\tau^2 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot (\rho_{\text{а}} - \rho_{\text{жа}})}. \quad (181)$$

11.7.4.8 СКО УП при измерении объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_V)_j = \frac{100}{Q_{Vj}} \sqrt{\left(\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{изм}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{изм}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{шт}}}\right)_j^2 \cdot S(M_{\text{шт}})_j^2 + \left(\frac{\partial Q_V}{\partial \tau}\right)_j^2 \cdot S(\tau)_j^2}. \quad (182)$$

11.7.4.9 СКО НСП УП при измерении объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S_{\Theta}(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Theta}(Q_V)_j = \frac{\Theta(Q_V)_j}{1,1 \cdot \sqrt{3}}. \quad (183)$$

11.7.4.10 Суммарное СКО УП при измерении объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S_{\Sigma}(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(Q_V)_j = \sqrt{S(Q_V)_j^2 + S_{\Theta}(Q_V)_j^2}. \quad (184)$$

11.7.4.11 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП, в  $j$ -ой точке  $K_{\Sigma}(Q_V)_j$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(Q_V)_j = \frac{\Theta(Q_V)_j + t_{0,95} \cdot S(Q_V)_j}{S(Q_V)_j + S_{\Theta}(Q_V)_j}. \quad (185)$$

11.7.4.12 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\delta_{\Sigma}(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(Q_V)_j = \pm K_{\Sigma}(Q_V)_j \cdot S_{\Sigma}(Q_V)_j. \quad (186)$$

11.7.4.13 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.7.5 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки УП в зависимости от доверительных границ суммарной погрешности (пределов допускаемой относительной погрешности), указанных в эксплуатационных документах на УП, при применении весовых устройств может соответствовать рабочему эталону 1/2/3 разряда единиц массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости в соответствии с частью 1 ГПС.



11.8 Определение метрологических характеристик средства измерений методом сличения при помощи эталона сравнения, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Данный пункт выполняется только при первичной поверке при определении метрологических характеристик средства измерений методом сличения при помощи эталона сравнения

11.8.1 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке.

11.8.1.1 Исходя из выбранных точек расхода (пункт 9.1.4) поочередно устанавливают расходы в произвольной последовательности. При проведении поверки в каждой точке проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений и после каждого измерения заносят в ПО ЭС полученные данные.

11.8.1.2 Отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\delta(M)_{ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(M)_{ji} = \left( \frac{M_{ji} - M_{ЭСji}}{M_{ЭСji}} \right) \cdot 100. \quad (187)$$

11.8.1.3 Среднее арифметическое отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\overline{\delta(M)}_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(M)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{ji}. \quad (188)$$

11.8.1.4 СКО УП при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S(M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(M)_{ji} - \overline{\delta(M)}_j)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (189)$$

11.8.1.5 СКО УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $S(M)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(M) = \sqrt{S(M)_{ЭТ}^2 + S(M)_{ЭС}^2 + S(M)_{j_{\max}}^2}. \quad (190)$$

Примечания:

- 1 Значение  $S(M)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $S(M)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Если у ЭТ не нормировано  $S(M)_{ЭТ}$ , то СКО УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $S(M)$  определяют без него;
- 4 Значение  $S(M)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, указанной в ГПС.

11.8.1.6 НСП УП при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\Theta(M)_j$ , %, вычисляются по формуле:

$$\Theta(M)_j = \overline{\delta(M)_j}. \quad (191)$$

11.8.1.7 НСП УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $\Theta(M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$\Theta(M) = \pm 1,1 \sqrt{\frac{\Theta(M)_{ЭТ}^2}{1,21} + \Theta(M)_{ЭС}^2 + \Theta(M)_{j \max}^2}. \quad (192)$$

Примечания:

- 1 Значение  $\Theta(M)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $\Theta(M)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Допускается вместо  $\Theta(M)_{ЭТ}$ , брать доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) ЭТ при измерении массы жидкости в потоке  $\delta(M)_{ЭТ}$ ;
- 4 Значение  $\Theta(M)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке, указанной в ГПС.

11.8.1.8 СКО НСП УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $S_{\Theta}(M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$S_{\Theta}(M) = \sqrt{\frac{\Theta(M)_{ЭТ}^2}{3,63} + \frac{\Theta(M)_{ЭС}^2 + \Theta(M)_{j \max}^2}{3}}. \quad (193)$$

11.8.1.9 Суммарное СКО УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $S_{\Sigma}(M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$S_{\Sigma}(M) = \sqrt{S(M)^2 + S_{\Theta}(M)^2}. \quad (194)$$

11.8.1.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП,  $K_{\Sigma}(M)$ , вычисляются по формуле:

$$K_{\Sigma}(M) = \frac{\Theta(M) + t_{0,95} \cdot S(M)}{S(M) + S_{\Theta}(M)}. \quad (195)$$

Примечание – Значение  $t_{0,95}$  в зависимости от количества измерений  $n$  выбирается из таблицы 3.

11.8.1.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке  $\delta_{\Sigma}(M)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(M) = \pm K_{\Sigma}(M) \cdot S_{\Sigma}(M). \quad (196)$$

11.8.1.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.8.2 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости

11.8.2.1 Исходя из выбранных точек расхода (пункт 9.1.4) поочередно устанавливают расходы в произвольной последовательности. При проведении поверки в каждой точке проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений и после каждого измерения заносят в ПО ЭС полученные данные.

11.8.2.2 Отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\delta(Q_M)_{ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(Q_M)_{ji} = \left( \frac{Q_{M\text{ УП } ji} - Q_{M\text{ ЭС } ji}}{Q_{M\text{ ЭС } ji}} \right) \cdot 100. \quad (197)$$

11.8.2.3 Среднее арифметическое отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\overline{\delta(Q_M)_j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_M)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{ji}. \quad (198)$$

11.8.2.4 СКО УП при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S(Q_M)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_M)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{ji} - \overline{\delta(Q_M)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (199)$$

11.8.2.5 СКО УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $S(Q_M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$S(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)_{ЭТ}^2 + S(Q_M)_{ЭС}^2 + S(Q_M)_{j \max}^2}. \quad (200)$$

Примечания:

- 1 Значение  $S(Q_M)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $S(Q_M)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Если у ЭТ не нормировано  $S(Q_M)_{ЭТ}$ , то СКО УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $S(Q_M)$  определяют без него;
- 4 Значение  $S(Q_M)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, указанной в ГПС.

11.8.2.6 НСП УП при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\Theta(Q_M)_j$ , %, вычисляются по формуле:

$$\Theta(Q_M)_j = \overline{\delta(Q_M)_j}. \quad (201)$$

11.8.2.7 НСП УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $\Theta(Q_M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$\Theta(Q_M) = \pm 1,1 \sqrt{\frac{\Theta(Q_M)_{ЭТ}^2}{1,21} + \Theta(Q_M)_{ЭС}^2 + \Theta(Q_M)_{j \max}^2}. \quad (202)$$

Примечания:

- 1 Значение  $\Theta(Q_M)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $\Theta(Q_M)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Допускается вместо  $\Theta(Q_M)_{ЭТ}$ , брать доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) ЭТ при измерении массового расхода жидкости  $\delta(Q_M)_{ЭТ}$ ;
- 4 Значение  $\Theta(Q_M)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости, указанной в ГПС.

11.8.2.8 СКО НСП УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $S_{\Theta}(Q_M)$ , %, вычисляются по формуле:

$$S_{\Theta}(Q_M) = \sqrt{\frac{\Theta(Q_M)_{ЭТ}^2}{3,63} + \frac{\Theta(Q_M)_{ЭС}^2 + \Theta(Q_M)_{j \max}^2}{3}}. \quad (203)$$

11.8.2.9 Суммарное СКО УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $S_{\Sigma}(Q_M)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(Q_M) = \sqrt{S(Q_M)^2 + S_{\Theta}(Q_M)^2}. \quad (382)$$

11.8.2.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП,  $K_{\Sigma}(Q_M)$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(Q_M) = \frac{\Theta(Q_M) + t_{0,95} \cdot S(Q_M)}{S(Q_M) + S_{\Theta}(Q_M)}. \quad (204)$$

11.8.2.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости  $\delta_{\Sigma}(Q_M)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(Q_M) = \pm K_{\Sigma}(Q_M) \cdot S_{\Sigma}(Q_M). \quad (205)$$

11.8.2.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.8.3 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке

11.8.3.1 Исходя из выбранных точек расхода (пункт 9.1.4) поочередно устанавливают расходы в произвольной последовательности. При проведении поверки в каждой точке проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений и после каждого измерения заносят в ПО ЭС полученные данные.

11.8.3.2 Отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\delta(V)_{ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(V)_{ji} = \left( \frac{V_{ji} - V_{ЭС\,ji}}{V_{ЭС\,ji}} \right) \cdot 100. \quad (206)$$

11.8.3.3 Среднее арифметическое отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\overline{\delta(V)}_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(V)}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{ji}. \quad (207)$$

11.8.3.4 СКО УП при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $S(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(V)_{ji} - \overline{\delta(V)_j})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (208)$$

11.8.3.5 СКО УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $S(V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(V) = \sqrt{S(V)_{ЭГ}^2 + S(V)_{ЭС}^2 + S(V)_{j \max}^2}. \quad (209)$$

Примечания:

- 1 Значение  $S(V)_{ЭГ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $S(V)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Если у ЭТ не нормировано  $S(V)_{ЭГ}$ , то СКО УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $S(V)$  определяют без него;
- 4 Значение  $S(V)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, указанной в ГПС.

11.8.3.6 НСП УП при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке  $\Theta(V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(V)_j = \overline{\delta(V)_j}. \quad (210)$$

11.8.3.7 НСП УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $\Theta(V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(V) = \pm 1,1 \sqrt{\frac{\Theta(V)_{ЭГ}^2}{1,21} + \Theta(V)_{ЭС}^2 + \Theta(V)_{j \max}^2}. \quad (211)$$

Примечания:

- 1 Значение  $\Theta(V)_{ЭГ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $\Theta(V)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Допускается вместо  $\Theta(V)_{ЭГ}$ , брать доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) ЭТ при измерении объема жидкости в потоке  $\delta(V)_{ЭГ}$ ;
- 4 Значение  $\Theta(V)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке, указанной в ГПС.

11.8.3.8 СКО НСП УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $S_{\Theta}(V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Theta}(V) = \sqrt{\frac{\Theta(V)_{\text{ЭТ}}^2}{3,63} + \frac{\Theta(V)_{\text{ЭС}}^2 + \Theta(V)_{j \text{ max}}^2}{3}}. \quad (212)$$

11.8.3.9 Суммарное СКО УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $S_{\Sigma}(V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(V) = \sqrt{S(V)^2 + S_{\Theta}(V)^2}. \quad (392)$$

11.8.3.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП,  $K_{\Sigma}(V)$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(V) = \frac{\Theta(V) + t_{0,95} \cdot S(V)}{S(V) + S_{\Theta}(V)}. \quad (213)$$

11.8.3.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке  $\delta_{\Sigma}(V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(V) = \pm K_{\Sigma}(V) \cdot S_{\Sigma}(V). \quad (214)$$

11.8.3.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.8.4 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости

Данный пункт выполняется при определении доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости

11.8.4.1 Исходя из выбранных точек расхода (пункт 9.1.4) поочередно устанавливают расходы в произвольной последовательности. При  $n$  в каждой точке проводят не менее 11 (одиннадцати) измерений и после каждого измерения заносят в ПО ЭС полученные данные.

11.8.4.2 Отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении  $\delta(Q_V)_{ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(Q_V)_{ji} = \left( \frac{Q_{V \text{ ji}} - Q_{V \text{ ЭС ji}}}{Q_{V \text{ ЭС ji}}} \right) \cdot 100. \quad (215)$$

11.8.4.3 Среднее арифметическое отклонение показания УП от показания ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\overline{\delta(Q_V)_j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_V)_j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{ji} . \quad (216)$$

11.8.4.4 СКО УП при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $S(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_V)_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_V)_{ji} - \overline{\delta(Q_V)_j})^2}{n \cdot (n-1)}} . \quad (217)$$

11.8.4.5 СКО УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $S(Q_V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)_{ЭТ}^2 + S(Q_V)_{ЭС}^2 + S(Q_V)_{j \max}^2} . \quad (218)$$

Примечания:

- 1 Значение  $S(Q_V)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $S(Q_V)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;
- 3 Если у ЭТ не нормировано  $S(Q_V)_{ЭТ}$ , то СКО УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $S(Q_V)$  определяют без него;
- 4 Значение  $S(Q_V)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, указанной в ГПС.

11.8.4.6 НСП УП при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке  $\Theta(Q_V)_j$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(Q_V)_j = \overline{\delta(Q_V)_j} . \quad (219)$$

11.8.4.7 НСП УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $\Theta(Q_V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(Q_V) = \pm 1,1 \sqrt{\frac{\Theta(Q_V)_{ЭТ}^2}{1,21} + \Theta(Q_V)_{ЭС}^2 + \Theta(Q_V)_{j \max}^2} . \quad (220)$$

Примечания:

- 1 Значение  $\Theta(Q_V)_{ЭТ}$  выбирается из паспорта ЭТ;
- 2 Значение  $\Theta(Q_V)_{ЭС}$  рассчитывается в соответствии с приложением А;



3 Допускается вместо  $\Theta(Q_V)_{ЭТ}$ , брать доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) ЭТ при измерении объемного расхода жидкости  $\delta(Q_V)_{ЭТ}$ ;

4 Значение  $\Theta(Q_V)_{ЭС}$  не должно превышать 1/10 расширенной неопределенности измерений УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости, указанной в ГПС.

11.8.4.8 СКО НСП УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $S_{\Theta}(Q_V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Theta}(Q_V) = \sqrt{\frac{\Theta(Q_V)_{ЭТ}^2}{3,63} + \frac{\Theta(Q_V)_{ЭС}^2 + \Theta(Q_V)_{j\max}^2}{3}}. \quad (221)$$

11.8.4.9 Суммарное СКО УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $S_{\Sigma}(Q_V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$S_{\Sigma}(Q_V) = \sqrt{S(Q_V)^2 + S_{\Theta}(Q_V)^2}. \quad (222)$$

11.8.4.10 Коэффициент, определяемый доверительной вероятностью  $P$  ( $P=0,95$ ) и отношением случайных погрешностей и НСП,  $K_{\Sigma}(Q_V)$ , вычисляют по формуле:

$$K_{\Sigma}(Q_V) = \frac{\Theta(Q_V) + t_{0,95} \cdot S(Q_V)}{S(Q_V) + S_{\Theta}(Q_V)}. \quad (223)$$

11.8.4.11 Доверительные границы суммарной погрешности (относительную погрешность) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости  $\delta_{\Sigma}(Q_V)$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_{\Sigma}(Q_V) = \pm K_{\Sigma}(Q_V) \cdot S_{\Sigma}(Q_V). \quad (224)$$

11.8.4.12 Результат определения доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости считают положительным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип УП, или отрицательным, если значения доверительных границ (относительной погрешности) превышают пределы, установленные в описании типа на данный (поверяемый) тип УП. При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

11.8.5 Проверка соответствия средства измерений обязательным требованиям к эталону

При положительных результатах поверки УП в зависимости от доверительных границ суммарной погрешности (пределов допускаемой относительной погрешности), указанных в эксплуатационных документах на УП, при применении весовых устройств может соответствовать рабочему эталону 1/2/3 разряда единиц массы жидкости в потоке и/или объема жидкости в потоке и/или массового расхода жидкости и/или объемного расхода жидкости в соответствии с частью 1 ГПС.

## **12 Оформление результатов поверки**

12.1 Результаты измерений и вычислений вносят в протокол поверки (рекомендуемая форма указана в Приложении Б). Протокол поверки оформляют в соответствии с положениями системы менеджмента качества юридических лиц или индивидуальных предпринимателей, аккредитованных в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.

Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке, подтверждающее соответствие УП обязательным требованиям к эталонам в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, к которому прилагают протокол поверки. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии), а также в место (а) на УП, указанное (ые) в описании типа.

12.3 При отрицательных результатах поверки УП к применению не допускают, по заявлению заказчика выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

Приложение А  
(Обязательное)

Обработка результатов измерений и  
вычисление СКО и НСП ЭС

А.1 Обработка результатов измерений и вычисление СКО и НСП ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке

А.1.1 Отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении до и после проведения работ на УП,  $\delta(M)_{d(f)ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(M)_{d(f)ji} = \left( \frac{M_{\text{ЭС}d(f)ji} - M_{\text{ЭТ}d(f)ji}}{M_{\text{ЭТ}d(f)ji}} \right) \cdot 100. \quad (\text{A.1})$$

А.1.2 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массы жидкости в потоке в  $j$ -ой точке до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(M)_{d(f)j}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(M)_{d(f)j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(M)_{d(f)ji}. \quad (\text{A.2})$$

А.1.3 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массы жидкости в потоке в диапазоне расхода до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(M)_{d(f)}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(M)_{d(f)}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{\delta(M)_{d(f)j}}. \quad (\text{A.3})$$

А.1.4 Среднее относительное отклонение ЭС от ЭТ при передаче единицы массы жидкости в потоке в диапазоне расхода,  $\overline{\delta(M)_{\text{ЭС}}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(M)_{\text{ЭС}}} = \frac{\overline{\delta(M)_d} + \overline{\delta(M)_f}}{2}. \quad (\text{A.4})$$

А.1.5 СКО ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке в точке перед проведением работ и после проведения работ на УП,  $S(M)_{\text{ЭС}d(f)j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(M)_{\text{ЭС}d(f)j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \delta(M)_{d(f)ji} - \overline{\delta(M)_{d(f)j}} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (\text{A.5})$$

А.1.6 СКО ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке  $S(M)_{ЭС}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(M)_{ЭС} = S(M)_{ЭСd(f)j_{\max}}. \quad (A.6)$$

А.1.7 НСП ЭС при передаче единицы массы жидкости в потоке  $\Theta(M)_{ЭС}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(M)_{ЭСd(f)} = \left| \overline{\delta(M)_{d(f)j}} - \overline{\delta(M)_{d(f)}} \right|, \quad (A.7)$$

$$\Theta(M)_{ЭС\Delta} = \left| \overline{\delta(M)_d} - \overline{\delta(M)_{ЭС}} \right|, \quad (A.8)$$

$$\Theta(M)_{ЭС} = \Theta(M)_{ЭСd(f)_{\max}} + \Theta(M)_{ЭС\Delta}. \quad (A.9)$$

А.2 Обработка результатов измерений и вычисление СКО и НСП ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости

А.2.1 Отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении до и после проведения работ на УП,  $\delta(Q_M)_{d(f)ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(Q_M)_{d(f)ji} = \left( \frac{Q_{MЭСd(f)ji} - Q_{MЭТd(f)ji}}{Q_{MЭТd(f)ji}} \right) \cdot 100. \quad (A.10)$$

А.2.2 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массового расхода жидкости в  $j$ -ой точке до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(Q_M)_{d(f)j}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_M)_{d(f)j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_M)_{d(f)ji}. \quad (A.11)$$

А.2.3 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы массового расхода жидкости в диапазоне расхода до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(Q_M)_{d(f)}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_M)_{d(f)}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{\delta(Q_M)_{d(f)j}}. \quad (A.12)$$

А.2.4 Среднее относительное отклонение ЭС от ЭТ при передаче единицы массового расхода жидкости в диапазоне расхода,  $\overline{\delta(Q_M)_{ЭС}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_M)_{ЭС}} = \frac{\overline{\delta(Q_M)_d} + \overline{\delta(Q_M)_f}}{2}. \quad (A.13)$$

А.2.5 СКО ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости в точке перед проведением работ и после проведения работ на УП,  $S(Q_M)_{ЭС d(f)j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_M)_{ЭС d(f)j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta(Q_M)_{d(f)ji} - \overline{\delta(Q_M)_{d(f)j}})^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (A.14)$$

А.2.6 СКО ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости  $S(Q_M)_{ЭС}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_M)_{ЭС} = S(Q_M)_{ЭС d(f)j \max}. \quad (A.15)$$

А.2.7 НСП ЭС при передаче единицы массового расхода жидкости  $\Theta(Q_M)_{ЭС}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(Q_M)_{ЭС d(f)} = \left| \overline{\delta(Q_M)_{d(f)j}} - \overline{\delta(Q_M)_{d(f)}} \right|, \quad (A.16)$$

$$\Theta(Q_M)_{ЭС \Delta} = \left| \overline{\delta(Q_M)_d} - \overline{\delta(Q_M)_{ЭС}} \right|, \quad (A.17)$$

$$\Theta(Q_M)_{ЭС} = \Theta(Q_M)_{ЭС d(f) \max} + \Theta(Q_M)_{ЭС \Delta}. \quad (A.18)$$

А.3 Обработка результатов измерений и вычисление СКО и НСП ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке

А.3.1 Отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении до и после проведения работ на УП,  $\delta(V)_{d(f)ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(V)_{d(f)ji} = \left( \frac{V_{ЭС d(f)ji} - V_{ЭТ d(f)ji}}{V_{ЭТ d(f)ji}} \right) \cdot 100. \quad (A.19)$$

А.3.2 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объема жидкости в потоке в  $j$ -ой точке до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(V)_{d(f)j}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(V)_{d(f)j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(V)_{d(f)ji}. \quad (A.20)$$

А.3.3 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объема жидкости в потоке в диапазоне расхода до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(V)_{d(f)}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(V)_{d(f)}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{\delta(V)_{d(f)j}}. \quad (\text{A.21})$$

А.3.4 Среднее относительное отклонение ЭС от ЭТ при передаче единицы объема жидкости в потоке в диапазоне расхода,  $\overline{\delta(V)_{\text{ЭС}}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(V)_{\text{ЭС}}} = \frac{\overline{\delta(V)_d} + \overline{\delta(V)_f}}{2}. \quad (\text{A.22})$$

А.3.5 СКО ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке в точке перед проведением работ и после проведения работ на УП,  $S(V)_{\text{ЭС}d(f)j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(V)_{\text{ЭС}d(f)j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \delta(V)_{d(f)ji} - \overline{\delta(V)_{d(f)j}} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (\text{A.23})$$

А.3.6 СКО ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке  $S(V)_{\text{ЭС}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(V)_{\text{ЭС}} = S(V)_{\text{ЭС}d(f)j_{\max}}. \quad (\text{A.24})$$

А.3.7 НСП ЭС при передаче единицы объема жидкости в потоке  $\Theta(V)_{\text{ЭС}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\Theta(V)_{\text{ЭС}d(f)} = \left| \overline{\delta(V)_{d(f)j}} - \overline{\delta(V)_{d(f)}} \right|, \quad (\text{A.25})$$

$$\Theta(V)_{\text{ЭС}\Delta} = \left| \overline{\delta(V)_d} - \overline{\delta(V)_{\text{ЭС}}} \right|, \quad (\text{A.26})$$

$$\Theta(V)_{\text{ЭС}} = \Theta(V)_{\text{ЭС}d(f)_{\max}} + \Theta(V)_{\text{ЭС}\Delta}. \quad (\text{A.27})$$

А.4 Обработка результатов измерений и вычисление СКО и НСП ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости

А.4.1 Отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке при  $i$ -ом измерении до и после проведения работ на УП,  $\delta(Q_V)_{d(f)ji}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\delta(Q_V)_{d(f)ji} = \left( \frac{Q_{V\text{ЭС}d(f)ji} - Q_{V\text{ЭТ}d(f)ji}}{Q_{V\text{ЭТ}d(f)ji}} \right) \cdot 100. \quad (\text{A.28})$$

А.4.2 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объемного расхода жидкости в  $j$ -ой точке до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta(Q_V)_{d(f)ji}. \quad (\text{A.29})$$

А.4.3 Среднее арифметическое отклонение показаний ЭС от показаний ЭТ при передаче единицы объемного расхода жидкости в диапазоне расхода до и после проведения работ на УП,  $\overline{\delta(Q_V)_{d(f)}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_V)_{d(f)}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}}. \quad (\text{A.30})$$

А.4.4 Среднее относительное отклонение ЭС от ЭТ при передаче единицы объемного расхода жидкости в диапазоне расхода,  $\overline{\delta(Q_V)_{\text{ЭС}}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$\overline{\delta(Q_V)_{\text{ЭС}}} = \frac{\overline{\delta(Q_V)_d} + \overline{\delta(Q_V)_f}}{2}. \quad (\text{A.31})$$

А.4.5 СКО ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости в точке перед проведением работ и после проведения работ на УП,  $S(Q_V)_{\text{ЭС}d(f)_j}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_V)_{\text{ЭС}d(f)_j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left( \delta(Q_V)_{d(f)ji} - \overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}. \quad (\text{A.32})$$

А.4.6 СКО ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости  $S(Q_V)_{\text{ЭС}}$ , %, вычисляют по формуле:

$$S(Q_V)_{\text{ЭС}} = S(Q_V)_{\text{ЭС}d(f)_j \max}. \quad (\text{A.33})$$

А.4.7 НСП ЭС при передаче единицы объемного расхода жидкости  $\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}}$ , %, вычисляют по формулам:

$$\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}d(f)} = \left| \overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}} - \overline{\delta(Q_V)_{d(f)_j}} \right|, \quad (\text{A.34})$$

$$\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}\Delta} = \left| \overline{\delta(Q_V)_d} - \overline{\delta(Q_V)_{\text{ЭС}}} \right|, \quad (\text{A.35})$$

$$\Theta(Q_V)_{\text{ЭС}} = \Theta(Q_V)_{\text{ЭС}d(f) \max} + \Theta(Q_V)_{\text{ЭС}\Delta}. \quad (\text{A.36})$$

Приложение Б  
(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки средства измерений

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_

Стр. \_\_\_\_ из \_\_\_\_

Наименование средства измерений: \_\_\_\_\_  
Тип, модель, изготовитель: \_\_\_\_\_  
Заводской номер: \_\_\_\_\_  
Наименование и адрес заказчика: \_\_\_\_\_  
Методика поверки: \_\_\_\_\_  
Место проведения поверки: \_\_\_\_\_  
Поверка выполнена с применением: \_\_\_\_\_  
Условия проведения поверки: \_\_\_\_\_  
Температура окружающей среды \_\_\_\_\_  
Атмосферное давление \_\_\_\_\_  
Относительная влажность \_\_\_\_\_

Результаты поверки:

- 1 Внешний осмотр средства измерений (пункт 11.1): (положительный/отрицательный)
- 2 Проверка программного обеспечения средства измерений (пункт 11.2): (положительный/отрицательный/отсутствует)
- 3 Проверка электрического сопротивления между контактами защитного заземления и доступными прикосновению металлическими токоведущими частями (пункт 11.3): (положительный/отрицательный)
- 4 Проверка сопротивления изоляции (пункт 11.4): (положительный/отрицательный)
- 5 Проверка герметичности (пункт 11.5): (положительный/отрицательный)
- 6 Опробование средства измерений (пункт 11.6): (положительный/отрицательный)



7 Определение метрологических характеристик средства измерений методом косвенных измерений, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям (пункт 11.7)

7.1 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке методом косвенных измерений

Уравнение измерений (пункт 11.7.1.1) 
$$M = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{(\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}})}$$

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ (пункт 11.7.1.2)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{\text{изм } ji},$ кг	$M_{\Gamma ji},$ кг	$\Delta(M_{\text{изм } ji}),$ кг	$\overline{\Delta(M_{\text{изм } j}),}$ кг	$\Delta_{\Gamma j},$ кг	$\Theta(M_{\text{изм } j}),$ кг	$S(M_{\text{изм } j}),$ кг
1	1							
	...							
	<i>n</i>							
	1							
	...							
	<i>n</i>							
<i>m</i>	1							
	...							
	<i>n</i>							

Определение НСП измерительного канала плотности воздуха (пункт 11.7.1.3)

Таблица № \_\_\_\_

$P_{\text{а}},$ гПа	$T_{\text{а}},$ °C	$h_{\text{а}},$ %	$\rho_{\text{а}},$ кг/м <sup>3</sup>	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial T_{\text{а}}}$	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial h_{\text{а}}}$	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial P_{\text{а}}}$	$\Theta(\rho_{\text{а}}),$ кг/м <sup>3</sup>

Определение НСП измерительного канала плотности жидкости (пункт 11.7.1.4)

Таблица № \_\_\_\_

$\rho_{\text{жа}},$ кг/м <sup>3</sup>	$A,$ кг/(м <sup>3</sup> ·°C)	$\Delta(T_{\text{ж}}),$ °C	$\Delta(\rho_{\text{ж}}),$ кг/м <sup>3</sup>	$\Theta(\rho_{\text{жа}}),$ кг/м <sup>3</sup>

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП (пункт 11.7.1.5)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji},$ кг	$\tau_{ji},$ с	$Q_{Mji},$ т/ч	$\bar{M}_{1j},$ кг	$\bar{\tau}_{1j},$ с	$\bar{Q}_{M1j},$ т/ч
1	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji},$ кг	$\tau_{ji},$ с	$Q_{Mji},$ т/ч	$\bar{M}_{2j},$ кг	$\bar{\tau}_{2j},$ с	$\bar{Q}_{M2j},$ т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji},$ кг	$\tau_{ji},$ с	$Q_{Mji},$ т/ч	$\bar{M}_{3j},$ кг	$\bar{\tau}_{3j},$ с	$\bar{Q}_{M3j},$ т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji},$ кг	$\tau_{ji},$ с	$Q_{Mji},$ т/ч	$\bar{M}_{4j},$ кг	$\bar{\tau}_{4j},$ с	$\bar{Q}_{M4j},$ т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji},$ кг	$\tau_{ji},$ с	$Q_{Mji},$ т/ч	$\bar{M}_{5j},$ кг	$\bar{\tau}_{5j},$ с	$\bar{Q}_{M5j},$ т/ч
	1						
	...						
	$n$						

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
...	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч	
1							
...							
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
<i>m</i>	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
1							
...							
<i>n</i>							

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$M_{\text{Пп } j}, \text{ кг}$										$\overline{M_{\text{Пп } j}}, \text{ кг}$	$\Theta(M_{\text{Пп}})_j, \text{ кг}$	$S(M_{\text{Пп}})_j, \text{ кг}$
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5			
1													
...													
$m$													

Вычисление  $\Theta(M)_j$  (пункт 11.7.1.6),  $S(M)_j$  (пункт 11.7.1.7),  $S_{\Theta}(M)_j$  (пункт 11.7.1.8),  $S_{\Sigma}(M)_j$  (пункт 11.7.1.9),  $K_{\Sigma}(M)_j$  (пункт 11.7.1.10),  $\delta_{\Sigma}(M)_j$  (пункт 11.7.1.11)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$Q_{\text{ном}}, \text{ т/ч}$	$\frac{\partial M}{\partial M_{\text{изм}}}$	$\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{жа}}}$	$\frac{\partial M}{\partial \rho_{\text{а}}}$	$\Theta(M)_j, \%$	$S(M)_j, \%$	$S_{\Theta}(M)_j, \%$	$S_{\Sigma}(M)_j, \%$	$K_{\Sigma}(M)_j$	$\delta_{\Sigma}(M)_j, \%$
1										
...										
$m$										

Результат: (положительный/отрицательный)

7.2 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости методом косвенных измерений (пункт 11.7.2)

Уравнение измерений (пункт 11.7.2.1) 
$$Q_M = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}})}$$

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ (пункт 11.7.2.2)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{\text{изм } j_i},$ кг	$M_{\Gamma j_i},$ кг	$\Delta(M_{\text{изм } j_i}),$ кг	$\overline{\Delta(M_{\text{изм } j_i})},$ кг	$\Delta_{\Gamma j_i},$ кг	$\Theta(M_{\text{изм } j_i}),$ кг	$S(M_{\text{изм } j_i}),$ кг
1	1							
	...							
	$n$							
	1							
	...							
	$n$							
$m$	1							
	...							
	$n$							

## Определение СКО и НСП измерительного канала интервалов времени измерений (пункт 11.7.2.3)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм	$\tau_{ji}, \text{с}$	$\tau_{чji}, \text{с}$	$\Delta(\tau)_j, \text{с}$	$\overline{\Delta(\tau)}_j, \text{с}$	$\Theta(\tau)_j, \text{с}$	$S(\tau)_j, \text{с}$
1	1						
	...						
	n						
...	1						
	...						
	n						
m	1						
	...						
	n						

## Определение НСП измерительного канала плотности воздуха (11.7.2.4)

Таблица № \_\_\_\_

$P_a,$ гПа	$T_a,$ °C	$h_a,$ %	$\rho_a,$ кг/м <sup>3</sup>	$\frac{\partial \rho_a}{\partial T_a}$	$\frac{\partial \rho_a}{\partial h_a}$	$\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a}$	$\Theta(\rho_a),$ кг/м <sup>3</sup>

## Определение НСП измерительного канала плотности жидкости (11.7.2.5)

Таблица № \_\_\_\_

$\rho_{жа},$ кг/м <sup>3</sup>	$A,$ кг/(м <sup>3</sup> ·°C)	$\Delta(T_{ж}),$ °C	$\Delta(\rho_{ж}),$ МПа	$\Theta(\rho_{жа}),$ кг/м <sup>3</sup>

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП (11.7.2.6)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
1	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						



Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
$n$							
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
$n$							
...	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
$n$							
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
	1						
	...						
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
<i>m</i>	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$M_{ппj}, \text{ кг}$										$\overline{M_{ппj}}, \text{ кг}$	$\Theta(M_{ппj}), \text{ кг}$	$S(M_{ппj}), \text{ кг}$
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5			
1													
...													
$m$													

Вычисление  $\Theta(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.7),  $S(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.8),  $S_\Theta(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.9),  $S_\Sigma(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.10),  $K_\Sigma(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.11),  $\delta_\Sigma(Q_M)_j$  (пункт 11.7.2.12)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$Q_M,$ т/ч	$\frac{\partial Q_M}{\partial M_{изм}}$	$\frac{\partial Q_M}{\partial p_{жа}}$	$\frac{\partial Q_M}{\partial p_a}$	$\frac{\partial Q_M}{\partial \tau}$	$\Theta(Q_M)_j,$ %	$S(Q_M)_j,$ %	$S_\Theta(Q_M)_j,$ %	$S_\Sigma(Q_M)_j,$ %	$K_\Sigma(Q_M)_j$	$\delta_\Sigma(Q_M)_j,$ %
1											
...											
$m$											

Результат: (положительный/отрицательный)

7.3 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке методом косвенных измерений (пункт 11.7.3)

$$\text{Уравнение измерений (пункт 11.7.3.1)} \quad V = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{(\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}}) \cdot \rho_{\text{ж}}}$$

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ (пункт 11.7.3.2)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{\text{изм } j_i}$ , кг	$M_{\Gamma j_i}$ , кг	$\Delta(M_{\text{изм } j_i})$ , кг	$\overline{\Delta(M_{\text{изм } j_i})}$ , кг	$\Delta_{\Gamma j_i}$ , кг	$\Theta(M_{\text{изм } j_i})$ , кг	$S(M_{\text{изм } j_i})$ , кг
1	1							
	...							
	$n$							
...	1							
	...							
	$n$							
$m$	1							
	...							
	$n$							

Определение НСП измерительного канала плотности воздуха (пункт 11.7.3.3)

Таблица № \_\_\_\_

$P_{\text{а}}$ , гПа	$T_{\text{а}}$ , °С	$h_{\text{а}}$ , %	$\rho_{\text{а}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial T_{\text{а}}}$	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial h_{\text{а}}}$	$\frac{\partial \rho_{\text{а}}}{\partial P_{\text{а}}}$	$\Theta(\rho_{\text{а}})$ , кг/м <sup>3</sup>

Определение НСП измерительного канала плотности жидкости (пункт 11.7.3.4)

Таблица № \_\_\_\_

$\rho_{\text{жа}}$ , кг/м <sup>3</sup>	$A$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)	$B$ , кг/(м <sup>3</sup> ·°С)	$C$ , кг/(м <sup>3</sup> ·МПа)	$\Delta(T_{\text{ж}})$ , °С	$\Delta(\rho_{\text{ж}})$ , МПа	$\Theta(\rho_{\text{жа}})$ , кг/м <sup>3</sup>	$\Theta(\rho_{\text{жа}})$ , кг/м <sup>3</sup>

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП (пункт 11.7.3.5)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
1	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч	
1							
...							
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
...	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч	
1							
...							
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
<i>m</i>	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$M_{ппj}, \text{ кг}$										$\overline{M}_{ппj}, \text{ кг}$	$\Theta(M_{ппj}), \text{ кг}$	$S(M_{ппj}), \text{ кг}$
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5			
1													
...													
$m$													

Вычисление  $\Theta(V)_j$  (пункт 11.7.3.6),  $S(V)_j$  (пункт 11.7.3.6),  $S_{\Theta}(V)_j$  (пункт 11.7.3.6),  $S_{\Sigma}(V)_j$  (пункт 11.7.3.6),  $K_{\Sigma}(V)_j$ , (пункт 11.7.3.6),  $\delta_{\Sigma}(V)_j$  (пункт 11.7.3.11)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$V, \text{ м}^3$	$\frac{\partial V}{\partial M_{изм}}$	$\frac{\partial V}{\partial p_{жа}}$	$\frac{\partial V}{\partial p_a}$	$\frac{\partial V}{\partial p_{ж}}$	$\Theta(V)_j, \%$	$S(V)_j, \%$	$S_{\Theta}(V)_j, \%$	$S_{\Sigma}(V)_j, \%$	$K_{\Sigma}(V)_j$	$\delta_{\Sigma}(V)_j, \%$
1											
...											
$m$											

Результат: (положительный/отрицательный)



7.4 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости методом косвенных измерений (пункт 11.7.4)

$$\text{Уравнение измерений (пункт 11.7.4.1)} \quad Q_V = \frac{M_{\text{изм}} \cdot \rho_{\text{жа}}}{\tau \cdot (\rho_{\text{жа}} - \rho_{\text{а}}) \cdot \rho_{\text{ж}}}$$

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой ВУ (пункт 11.7.4.2)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{\text{изм } ji},$ кг	$M_{\Gamma ji},$ кг	$\Delta(M_{\text{изм } ji}),$ кг	$\overline{\Delta(M_{\text{изм } j}),}$ кг	$\Delta_{\Gamma j},$ кг	$\Theta(M_{\text{изм } j}),$ кг	$S(M_{\text{изм } j}),$ кг
1	1							
	...							
	<i>n</i>							
...	1							
	...							
	<i>n</i>							
<i>m</i>	1							
	...							
	<i>n</i>							

Определение СКО и НСП измерительного канала интервалов времени измерений (пункт 11.7.4.3)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм	$\tau_{ji}, \text{с}$	$\tau_{чji}, \text{с}$	$\Delta(\tau)_{j, \text{с}}$	$\overline{\Delta(\tau)}_{j, \text{с}}$	$\Theta(\tau)_{j, \text{с}}$	$S(\tau)_{j, \text{с}}$
1	1						
	...						
	n						
...	1						
	...						
	n						
m	1						
	...						
	n						

Определение НСП измерительного канала плотности воздуха (11.7.4.4)

Таблица № \_\_\_\_

$P_a,$ гПа	$T_a,$ °C	$h_a,$ %	$\rho_a,$ кг/м <sup>3</sup>	$\frac{\partial \rho_a}{\partial T_a}$	$\frac{\partial \rho_a}{\partial h_a}$	$\frac{\partial \rho_a}{\partial P_a}$	$\Theta(\rho_a),$ кг/м <sup>3</sup>

Определение НСП измерительного канала плотности жидкости (11.7.4.5)

Таблица № \_\_\_\_

$\rho_{жа},$ кг/м <sup>3</sup>	$A,$ кг/(м <sup>3</sup> ·°C)	$B,$ кг/(м <sup>3</sup> ·°C)	$C,$ кг/(м <sup>3</sup> ·МПа)	$\Delta(T_{ж}),$ °C	$\Delta(\rho_{ж}),$ МПа	$\Theta(\rho_{жа}),$ кг/м <sup>3</sup>	$\Theta(\rho_{жа}),$ кг/м <sup>3</sup>

Определение СКО и НСП измерительного канала массы жидкости, обусловленных работой переключателя потока, стабильностью расхода и режимом работы УП (11.7.4.6)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
1	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч	
1							
...							
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
...	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	$n$						
№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч	
1							
...							
$n$							

Продолжение таблицы № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{1j}$ , кг	$\bar{\tau}_{1j}$ , с	$\bar{Q}_{M1j}$ , т/ч
<i>m</i>	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{2j}$ , кг	$\bar{\tau}_{2j}$ , с	$\bar{Q}_{M2j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{3j}$ , кг	$\bar{\tau}_{3j}$ , с	$\bar{Q}_{M3j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{4j}$ , кг	$\bar{\tau}_{4j}$ , с	$\bar{Q}_{M4j}$ , т/ч
	1						
	...						
	<i>n</i>						
	№ изм.	$M_{ji}$ , кг	$\tau_{ji}$ , с	$Q_{Mji}$ , т/ч	$\bar{M}_{5j}$ , кг	$\bar{\tau}_{5j}$ , с	$\bar{Q}_{M5j}$ , т/ч
1							
...							
<i>n</i>							

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$M_{пп,j}, \text{ кг}$										$\overline{M_{пп,j}}, \text{ кг}$	$\Theta(M_{пп}), \text{ кг}$	$S(M_{пп}), \text{ кг}$
	1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5			
1													
...													
$m$													

Вычисление  $\Theta(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.7),  $S(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.7),  $S_{\Theta}(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.7),  $S_{\Sigma}(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.7),  $K_{\Sigma}(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.7),  $\delta_{\Sigma}(Q_V)_j$  (пункт 11.7.4.12)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	$Q_V, \text{ м}^3/\text{ч}$	$\frac{\partial Q_V}{\partial M_{\text{изм}}}$	$\frac{\partial Q_V}{\partial p_{\text{жа}}}$	$\frac{\partial Q_V}{\partial p_{\text{а}}}$	$\frac{\partial Q_V}{\partial p_{\text{ж}}}$	$\frac{\partial Q_V}{\partial \tau}$	$\Theta(Q_V)_j, \%$	$S(Q_V)_j, \%$	$S_{\Theta}(Q_V)_j, \%$	$S_{\Sigma}(Q_V)_j, \%$	$K_{\Sigma}(Q_V)_j$	$\delta_{\Sigma}(Q_V)_j, \%$
1												
...												
$m$												

Результат: (положительный/отрицательный) \_\_\_\_\_

8 Определение метрологических характеристик средства измерений методом сличения при помощи эталона сравнения, подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям (пункт 11.8)

8.1 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массы жидкости в потоке (пункт 11.8.1)

Таблица № \_\_\_\_

$\Theta(M)_{\text{эт}},$ (%)	$S(M)_{\text{эт}},$ (%)	$\Theta(M)_{\text{эс}},$ (%)	$S(M)_{\text{эс}},$ (%)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$t_{ji},$ с	$t_{\text{эс } ji},$ с	$T_{\text{ж } ji},$ °С	$P_{\text{ж}},$ МПа	$P_{\text{а } ji},$ гПа	$T_{\text{а } ji},$ °С	$h_{\text{а } ji},$ %	$M_{ji},$ г	$M_{\text{эс } ji},$ г
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$\delta(M)_{ji},$ %	$\delta(M)_j,$ %	$S(M)_j,$ %	$S(M),$ %	$\Theta(M),$ %	$S_{\Theta(M)},$ %	$S_{\Sigma(M)},$ %	$K_{\Sigma(M)}$	$\delta_{\Sigma(M)},$ %
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Результат: (положительный/отрицательный)

## 8.2 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы массового расхода жидкости (пункт 11.8.2)

Таблица № \_\_\_\_

$\Theta(Q_M)_{эт},$ (%)	$S(Q_M)_{эт},$ (%)	$\Theta(Q_M)_{эс},$ (%)	$S(Q_M)_{эс},$ (%)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$t_{ji},$ с	$t_{эсji},$ с	$T_{жji},$ °С	$P_{ж},$ МПа	$P_{аji},$ гПа	$T_{аji},$ °С	$h_{аji},$ %	$Q_{Mji},$ т/ч	$Q_{MЭСji},$ т/ч
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$\delta(Q_M)_{ji},$ %	$\overline{\delta(Q_M)_{ji}},$ %	$S(Q_M)_{ji},$ %	$S(Q_M),$ %	$\Theta(Q_M),$ %	$S_{\Theta}(Q_M),$ %	$S_{\Sigma}(Q_M),$ %	$K_{\Sigma}(Q_M)$	$\delta_{\Sigma}(Q_M),$ %
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Результат: (положительный/отрицательный)



### 8.3 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объема жидкости в потоке (пункт 11.8.3)

Таблица № \_\_\_\_

$\Theta(V)_{\text{эт}},$ (%)	$S(V)_{\text{эт}},$ (%)	$\Theta(V)_{\text{эс}},$ (%)	$S(V)_{\text{эс}},$ (%)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$t_{ji},$ с	$t_{\text{эс}ji},$ с	$T_{\text{ж}ji},$ °C	$P_{\text{ж}},$ МПа	$P_{\text{а}ji},$ гПа	$T_{\text{а}ji},$ °C	$h_{\text{а}ji},$ %	$V_{ji},$ м <sup>3</sup>	$V_{\text{эс}ji},$ м <sup>3</sup>
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$\delta(V)_{ji},$ %	$\overline{\delta(V)}_j,$ %	$S(V)_j,$ %	$S(V),$ %	$\Theta(V),$ %	$S_{\Theta(V)},$ %	$S_{\Sigma(V)},$ %	$K_{\Sigma(V)}$	$\delta_{\Sigma(V)},$ %
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Результат: (положительный/отрицательный) \_\_\_\_\_

#### 8.4 Определение доверительных границ суммарной погрешности (относительной погрешности) УП при воспроизведении единицы объемного расхода жидкости (пункт 11.8.4)

Таблица № \_\_\_\_

$\Theta(Q_V)_{эт},$ (%)	$S(Q_V)_{эт},$ (%)	$\Theta(Q_V)_{эс},$ (%)	$S(Q_V)_{эс},$ (%)

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$t_{ji},$ с	$t_{эс\,ji},$ с	$T_{ж\,ji},$ °С	$P_{ж},$ МПа	$P_{a\,ji},$ гПа	$T_{a\,ji},$ °С	$h_{a\,ji},$ %	$Q_{V\,ji},$ м³/ч	$Q_{Vэс\,ji},$ м³/ч
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Таблица № \_\_\_\_

№ точки	№ изм.	$\delta(Q_V)_{ji},$ %	$\overline{\delta(Q_V)}_j,$ %	$S(Q_V)_j,$ %	$S(Q_V),$ %	$\Theta(Q_V),$ %	$S_{\Theta}(Q_V),$ %	$S_{\Sigma}(Q_V),$ 5	$K_{\Sigma}(Q_V)$	$\delta_{\Sigma}(Q_V),$ %
1	1									
	...									
	$n$									
...	1									
	...									
	$n$									
$m$	1									
	...									
	$n$									

Результат: (положительный/отрицательный) \_\_\_\_\_

Заключение по результатам поверки:

УП (соответствует/несоответствует) при применении весовых устройств рабочему эталону \_\_\_\_ разряда единиц  
\_\_\_\_\_ в соответствии с частью 1 ГПС.

Подпись поверителя \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись Ф.И.О.

Дата « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.