

УТВЕРЖДАЮ
(в части п. 9.3)



Руководитель
ЦФГУП «ВНИИМС»

Н.В. Иванникова

«26» августа 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по развитию
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

С. Тайбинский

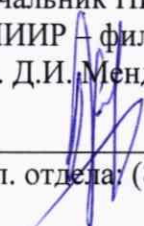
«26» августа 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

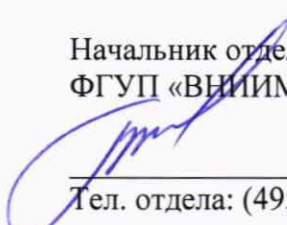
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА ТУРБИННЫЕ НТМ

Методика поверки
МП 1097-9-2020

Начальник НИО-9
ВНИИР – филиала ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»


К.А. Левин
Тел. отдела: (843)272-01-91

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»


Б.А. Иполитов
Тел. отдела: (495) 430-75-14

Казань
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения	5
2 Нормативные ссылки	5
3 Термины, определения и сокращения	5
4 Операции поверки	6
5 Средства поверки	6
6 Требования безопасности	7
7 Условия поверки	8
8 Подготовка к поверке	8
9 Проведение поверки	9
10 Обработка результатов измерений	15
11 Оформление результатов поверки	28
Приложение А Определение коэффициента преобразования компаратора объема	29
Приложение Б (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	32
Приложение В (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	34
Приложение Г (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода	36
Приложение Д (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	38
Приложение Е (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении KF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	40
Приложение Ж (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода	42
Приложение З (Рекомендуемое) Форма протокола определения коэффициента преобразования компаратора объема	44
Приложение И (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	45
Приложение К (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	47
Приложение Л (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода	49
Приложение М (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	51
Приложение Н (Рекомендуемое) поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении KF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода	53
Приложение О (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазоне расхода	55

Приложение П (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	57
Приложение Р (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	60
Приложение С (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	63
Приложение Т (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	66
Приложение У (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении KF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	69
Приложение Ф (Рекомендуемое) Форма протокола поверки ППР при определении KF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема	72
Приложение Х (Рекомендуемое) Определение коэффициентов STL и CPL.....	75
Приложение Ц (Рекомендуемое) Справочные данные	78
Приложение Ч Анализ результатов измерений на наличие выбросов.....	79

1 Область применения

Настоящий документ распространяется на преобразователи расхода турбинные НТМ и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Поверку преобразователей расхода турбинных НТМ проводят в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или фактически обеспечиваемом при поверке диапазоне измерений, не превышающем значений, указанных в описании типа, в рабочем диапазоне вязкости, в соответствии с заявкой на поверку с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Интервал между поверками – не более 12 месяцев.

2 Нормативные ссылки

В настоящей инструкции использованы ссылки на следующие нормативные документы:
РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.

Р 50.2.076-2010 ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программа и таблицы приведения.

ГОСТ Р 8.736-2011 ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.

ГОСТ 33-2016 Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Метод определения кинематической и динамической вязкости.

ГОСТ 1756-2000 Нефтепродукты. Методы определения давления насыщенных паров.

ГОСТ 3900-85 (с Изм. №1 и поправкой) Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности.

СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.

Примечание – При пользовании настоящей инструкцией следует в установленном порядке проверить действие нормативных документов, перечисленных в Разделе 2. Если нормативный документ заменен или частично изменен, то следует руководствоваться положениями заменяющего или частично заменяющего документа. Если нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяют в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

В настоящей инструкции приняты следующие термины, их определения и сокращения:

ГХ – градуировочная характеристика;

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс, в том числе вычислитель расхода, измерительный контроллер;

КП – компакт-прувер;

МХ – метрологические характеристики;

ПВ – поточный вискозиметр;

ПП – преобразователь плотности (поточный плотномер, лабораторный плотномер);

ППР – поверяемый преобразователь объемного расхода;

ПУ – поверочная установка (ТПУ или КП);

Рабочая жидкость – нефть, нефтепродукты, вода, другие жидкости;

Рабочий диапазон измерений расхода – диапазон расхода, определяемый опросным листом и/или техническим заданием, и/или заявлением на поверку, или иным нормативным или техническим документом.

СИ – средство измерений;

СИКН – система измерений количества и показателей качества нефти или нефтепродуктов;

СКО – среднее квадратическое отклонение;

ТПУ – трубопоршневая поверочная установка.

ЭПОР – эталонная (поверочная) установка на базе преобразователя объемного расхода;

ЭУ – эталонная (поверочная) установка на базе мерников и/или весов или преобразователей массового расхода.

4 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта документа по поверке
Внешний осмотр	9.1
Опробование	9.2
Определение МХ	9.3
Обработка результатов измерений	10

5 Средства поверки

5.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки, в зависимости от используемых от методов поверки:

5.1.1 рабочие эталоны 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05$ % и рабочими диапазонами расхода, соответствующими диапазонам расхода поверяемых ПР;

5.1.2 рабочие эталоны 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,1$ % и рабочими диапазонами расхода, соответствующими диапазонам расхода поверяемых ПР;

5.1.3 компараторы объема, СКО результатов измерений при определении коэффициента преобразования не более 0,02 %.

5.1.4 преобразователи плотности (поточный плотномер, лабораторный плотномер) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,36$ кг/м³;

5.1.5 преобразователи избыточного давления с унифицированным выходным сигналом (преобразователи давления измерительные, датчики давления) с пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5$ %;

5.1.6 термопреобразователи сопротивления с унифицированным выходным сигналом (датчики температуры) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С;

5.1.7 измерительно-вычислительный комплекс с пределами допускаемой относительной погрешности преобразования входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) $\pm 0,025$ %;

5.1.8 поточный вискозиметр с пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 1,0$ %.

5.2 Используемые средства поверки должны быть поверены и/или аттестованы в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений и аттестации эталонов на территории РФ.

5.3 Допускается поверку компаратора(ов) объема не проводить, так как пригодность к при-

менению компаратора(ов) объема устанавливают по результатам определения его(их) МХ в соответствии с приложением А при проведении поверки конкретного ППР. МХ компаратора(ов) объема должны соответствовать требованиям, приведенным в п.5.1.3.

5.4 Допускается применять средства поверки с лучшими МХ.

6 Требования безопасности

6.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности, определяемые следующими документами:

- Трудовой Кодекс Российской Федерации;
- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утверждены приказом Ростехнадзора №101 от 12.03.2013);
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» (утверждены приказом № 6 Минэнерго РФ от 13.01.03 г., с изменениями);
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (с изменениями) (утверждены приказом Минтруда России от 24.07.2013 №328н);
- «Правила устройства электроустановок (ПУЭ) потребителей» (6-е изд., 7-е изд.);
- Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», утвержденным приказом № 784 от 27 декабря 2012 г.
- Федеральный закон «О пожарной безопасности» № 69-ФЗ от 21 декабря 1994 г. (с изменениями и дополнениями);
- Постановление правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «Правила противопожарного режима в РФ» (с изменениями);
- СНиП 21.01-97 (с Изм. № 1, 2) «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- НПБ 88-2001 (с Изм. № 1) «Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования»;
- Федеральным законом № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. (с изменениями) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- правила безопасности при эксплуатации средств поверки, приведенные в эксплуатационной документации;
- инструкции по охране труда, действующие на объекте.

6.2 Наибольшее давление рабочей жидкости при поверке не должно превышать значения, указанного в эксплуатационной документации на оборудование и применяемые СИ. Использование элементов монтажа или шлангов, не прошедших гидравлические испытания, запрещается.

6.3 На трубопроводах, заполненных рабочей жидкостью, применяют приборы взрывозащитного исполнения, на которых нанесены четкие надписи и маркировка, подтверждающие безопасность их применения.

6.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки, соответствующие требованиям безопасности.

6.5 Освещенность должна соответствовать санитарным нормам согласно СП 52.13330.2016.

6.6 Управление оборудованием и средствами поверки производят лица, прошедшие обучение и проверку знаний требований безопасности и допущенные к обслуживанию данного оборудования.

6.7 При появлении течи рабочей жидкости, загазованности и других ситуаций, нарушающих процесс поверки, поверка должна быть прекращена.

7 Условия поверки

7.1 При проведении поверки ППР соблюдают следующие условия:

7.1.1 Отклонение объемного расхода рабочей жидкости от установленного значения в процессе поверки не должно превышать $\pm 2,5 \%$.

7.1.2 Изменение температуры рабочей жидкости в ПУ и в ППР за время одного измерения не должно превышать $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

7.1.3 Температура, влажность, давление окружающей среды и физико-химические показатели рабочей жидкости соответствуют условиям эксплуатации эталонов и других средств поверки.

7.1.4 Отклонение вязкости рабочей жидкости за время поверки находится в допустимых пределах для применяемых компаратора(ов) объема, ЭПОР и ППР.

7.1.5 Диапазоны рабочего давления и объемного расхода определяются типоразмером ППР, рабочим диапазоном объемного расхода средств поверки и технологическими требованиями.

7.1.6 Содержание свободного газа не допускается.

7.1.7 Для обеспечения бескавитационной работы избыточное давление в трубопроводе после ППР, компаратора(ов) объема, ЭПОР, P_{\min} , МПа, должно быть не менее вычисленного по формуле

$$P_{\min} = 2,06 \cdot P_{\text{нп}} + 2 \cdot \Delta P, \quad (7.1)$$

1 $P_{\text{нп}}$ – давление насыщенных паров, определенное в соответствии с ГОСТ 1756 при максимальной температуре рабочей жидкости, МПа;

ΔP – перепад давления на ППР и компараторе(ах) объема, ЭПОР, указанный в технической (эксплуатационной) документации, МПа.

7.1.8 Регулирование объемного расхода проводят автоматически или в ручном режиме при помощи блока частотного регулирования насосов и/или регуляторов расхода, расположенных на выходе ПУ. Допускается вместо регуляторов расхода использовать запорную арматуру.

8 Подготовка к поверке

8.1 Проверяют наличие действующих свидетельств об аттестации и/или свидетельств о поверке или знаков поверки на средства поверки.

8.2 Проверяют правильность монтажа средств поверки и ППР.

8.3 Подготавливают средства поверки согласно указаниям технической документации.

8.4 Вводят в память ИВК или проверяют введенные ранее данные, необходимые для обработки результатов поверки.

8.5 Проверяют отсутствие газа в ПУ, а также в высших точках трубопроводов. Для этого устанавливают объемный расход рабочей жидкости в пределах диапазона измерений ППР и открывают краны, расположенные в высших точках измерительной линии и ПУ. Проводят 1-3 раза запуск поршня, удаляя после каждого запуска газ (воздух). Считают, что газ (воздух) отсутствует полностью, если из кранов вытекает струя рабочей жидкости без газовых пузырьков.

8.6 При рабочем давлении проверяют герметичность системы, состоящей из ППР, компаратора(ов) объема (при их применении) и ПУ или ЭПОР. При этом не допускается появление капель или утечек рабочей жидкости через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение 5 мин.

8.7 Проверяют герметичность задвижек, через которые возможны утечки рабочей жидкости, влияющие на результаты измерений при поверке.

8.8 Проверяют герметичность устройства пуска и приема поршня ТПУ в соответствии с

технической документацией.

8.9 Проверяют стабильность температуры рабочей жидкости. Температуру рабочей жидкости считают стабильной, если ее изменение в ПУ и в ППР, компараторе(ах) объема (при их применении) или ЭПОР не превышает $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ за время одного измерения.

8.10 Определяют плотность рабочей жидкости за время поверки с помощью поточного плотномера, и (или) лабораторного плотномера, или в испытательной лаборатории по ГОСТ 3900 с учетом Р 50.2.076.

8.11 Определяют кинематическую вязкость рабочей жидкости за время поверки с помощью ПВ или в испытательной лаборатории по ГОСТ 33.

9 Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие ППР следующим требованиям:

- комплектность соответствует указанной в технической (эксплуатационной) документации;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, препятствующие применению;
- надписи и обозначения на ППР четкие и соответствуют требованиям технической (эксплуатационной) документации.

9.2 Опробование

Опробование ППР проводят совместно со средствами поверки:

9.2.1 Устанавливают объемный расход рабочей жидкости в пределах рабочего диапазона измерений расхода ППР.

9.2.2 Наблюдают значения следующих параметров:

- частоты выходного сигнала ППР (f , Гц);
- объемного расхода рабочей жидкости (Q , $\text{м}^3/\text{ч}$);
- температуры и давления рабочей жидкости в ППР ($t_{\text{ппр}}$, $^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{ппр}}$, МПа);
- температуры и давления рабочей жидкости на входе и выходе ПУ или температуры и давления рабочей жидкости в компараторе(ах) объема (при их применении) или ЭПОР или КП в зависимости от используемого метода поверки ($t_{\text{пу}}$, $^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{пу}}$, МПа);
- температуры планки крепления детекторов или инварового стержня КП ($t_{\text{д}}$, $^{\circ}\text{C}$);
- кинематической вязкости рабочей жидкости (при наличии ПВ) (ν , $\text{мм}^2/\text{с}$);
- плотности (при наличии ПП), температуры и давления рабочей жидкости в ПП ($\rho_{\text{пп}}$, $\text{кг}/\text{м}^3$, $t_{\text{пп}}$, $^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{пп}}$, МПа).

9.2.3 Запускают поршень ПУ. При срабатывании первого детектора наблюдают за началом отсчета импульсов выходного сигнала ППР, при срабатывании второго детектора - за окончанием отсчета импульсов. Для двунаправленных ТПУ проводят те же операции при движении поршня в обратном направлении.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 При поверке определяют следующие МХ:

- коэффициенты коррекции ППР (MF_j), в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода или коэффициент коррекции ППР (MF) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР, либо коэффициенты преобразования ППР (KF_j , $\text{имп}/\text{м}^3$) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода или коэффициент преобразования ППР (KF , $\text{имп}/\text{м}^3$) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода;
- границы относительной погрешности ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода δ , и в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода δ_j .

9.3.1.1 Определение МХ ППР проводят не менее чем в трёх точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и верхнем значении заявленного диапазона вязкости (или поддиапазона при определении нескольких ГХ ППР в заявленном диапазоне вязкости). Наименьшее и наибольшее значение рабочего диапазона расхода для расходомера должно быть в пределах диапазона расхода, указанного в описании типа СИ. Значение наименьшего расхода Q_{\min} для расходомера НТМ определяют по формуле

$$Q_{\min} = \frac{Q_{\max}}{9,6682 \cdot \left(\frac{\nu}{D}\right)^{-0,532}}, \quad (9.1)$$

где ν – кинематическая вязкость, сСт;

D – типоразмер расходомера, в дюймах, указывается в описании типа;

Q_{\max} – верхнее значение диапазона расхода, указанного в описании типа, м³/ч;

Если полученное значение меньше наименьшего значения, указанного в описании типа СИ и кинематическая вязкость ν не превышает 5 сСт, то за наименьшее допускаемое значение принимают наименьшее значение расхода, указанное в описании типа СИ

Значения объемного расхода (точки рабочего диапазона) рекомендуется выбирать с интервалом не более 20 % от максимального значения объемного расхода ППР, указанного в описании типа. В каждой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода для рабочего ППР проводят не менее пяти измерений. При необходимости допускается количество измерений увеличивать.

9.3.2 Последовательность выбора точек расхода может быть произвольной.

9.3.3 Определение МХ ППР при поверке по ПУ

9.3.3.1 Для определения коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) ППР устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям ППР и проводят предварительное измерение для уточнения значения установленного объемного расхода.

Запускают поршень ПУ. При срабатывании первого детектора ИВК начинает отсчет импульсов выходного сигнала ППР и времени, при срабатывании второго детектора – заканчивает.

Регистрируют время между срабатываниями первого и второго детекторов (T_{ji}, c), количество импульсов выходного сигнала ППР ($N_{ji}, \text{имп}$).

Объемный расход рабочей жидкости через ППР ($Q_{ji}, \text{м}^3/\text{ч}$) вычисляют по формуле (10.12) и при необходимости проводят корректировку значения объемного расхода.

9.3.3.2 После стабилизации объемного расхода в соответствии с 7.1.1 и стабилизации температуры рабочей жидкости в соответствии с 7.1.2 проводят необходимое количество измерений.

Запускают поршень ПУ, фиксируют количество импульсов между срабатываниями первого и второго детекторов ($N_{ji}, \text{имп}$).

Если количество импульсов выходного сигнала ППР за время между срабатываниями детекторов ПУ меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями.

9.3.3.3 Для определения средних значений за время измерения фиксируют значения следующих параметров:

- температуры рабочей жидкости на входе и выходе ТПУ или в КП ($t_{\text{вхТПУ}ji}$ и $t_{\text{выхТПУ}ji}, ^\circ\text{C}$);
- давления рабочей жидкости на входе и выходе ТПУ или в КП ($P_{\text{вхТПУ}ji}$ и $P_{\text{выхТПУ}ji}, \text{МПа}$);
- температуры планки крепления детекторов или инварового стержня КП ($t_{dji}, ^\circ\text{C}$);
- температуры рабочей жидкости в ППР ($t_{\text{pp}ji}, ^\circ\text{C}$);
- давления рабочей жидкости в ППР ($P_{\text{pp}ji}, \text{МПа}$);
- плотность рабочей жидкости, измеренную ПП ($\rho_{\text{пп}ji}, \text{кг}/\text{м}^3$);
- температуру рабочей жидкости в ПП ($t_{\text{пп}ji}, ^\circ\text{C}$);

- давление рабочей жидкости в ПП ($P_{пji}$, МПа);
- кинематическую вязкость рабочей жидкости, измеренную ПВ (при его наличии), (ν_{ji} , мм²/с).

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

Допускается измерение температуры и давления в КП проводить либо только на входе либо только на выходе КП.

9.3.3.4 При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за время одного измерения.

9.3.3.5 Если вместимость калиброванного участка двунаправленной ТПУ определена как сумма вместимостей в обоих направлениях, то за одно измерение принимают движение поршня в прямом и обратном направлении, количество импульсов и время прохождения поршня в прямом и обратном направлениях суммируют.

9.3.3.6 Если вместимость калиброванного участка двунаправленной ТПУ определена для каждого направления, то за одно измерение принимают движение поршня в каждом направлении.

9.3.3.7 При наличии у ПУ второй пары детекторов допускается использовать обе пары детекторов.

9.3.3.8 При использовании КП допускается за результат измерения считать среднее значение результатов измерений для нескольких проходов поршня (не более 20).

9.3.3.9 Результаты измерений заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки ППР приведена:

- в приложении Б при определении коэффициенты коррекции ППР (MF_j), в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,
- в приложении В при определении коэффициента коррекции ППР (MF) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,
- в приложении Г при определении коэффициента коррекции ППР (MF_j) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов,
- в приложении Д при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м³) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,
- в приложении Е при определении коэффициента преобразования ППР (KF , имп/м³) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов
- в приложении Ж при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м³) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов.

Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

9.3.4 Определение МХ ППР при поверке по ПУ и компаратору(ам) объема

9.3.4.1 Для каждой выбранной точки из рабочего диапазона измерений объемного расхода,

определяют необходимое для поверки количество компараторов объема и значение объемного расхода через компаратор(ы) объема, необходимое для обеспечения заданного объемного расхода через ППР.

9.3.4.2 Определяют коэффициенты преобразования компаратора(ов) объема при выбранных значениях объемного расхода в соответствии с приложением А. При каждом значении объемного расхода проводят не менее пяти измерений.

9.3.4.3 Устанавливают необходимое значение объемного расхода через компаратор(ы) объема по показаниям компаратора(ов) объема и проводят предварительное измерение для уточнения значения установленного объемного расхода.

9.3.4.4 После стабилизации объемного расхода в соответствии с 7.1.1 и стабилизации температуры рабочей жидкости в соответствии с 7.1.2 проводят необходимое количество измерений. Запускают поршень ПУ. При прохождении поршнем первого детектора ИВК начинает отсчет импульсов выходного сигнала компаратора объема и времени прохождения поршня между детекторами, при прохождении второго детектора - заканчивает.

Если количество импульсов выходного сигнала компаратора объема за время прохождения поршня ПУ между детекторами меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями импульсов.

Для определения средних значений за время измерения фиксируют значения следующих параметров:

- температуры рабочей жидкости на входе и выходе ТПУ или в КП ($t_{вх\text{ТПУ}j}$ и $t_{вх\text{КП}j}$, °C);
- давления рабочей жидкости на входе и выходе ТПУ или в КП ($P_{вх\text{ТПУ}j}$ и $P_{вх\text{КП}j}$, МПа);
- температуры планки крепления детекторов или инварового стержня КП (t_{dj} , °C);
- температуры рабочей жидкости в компараторе объема ($t_{прj}$, °C);
- давления рабочей жидкости в компараторе объема ($P_{прj}$, МПа);
- плотность рабочей жидкости, измеренную ПП ($\rho_{пji}$, кг/м³);
- температуру рабочей жидкости в ПП ($t_{ппji}$, °C);
- давление рабочей жидкости в ПП ($P_{ппji}$, МПа);
- кинематическую вязкость рабочей жидкости, измеренную ПВ (при его наличии), (ν_{ji} , мм²/с).

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

Допускается измерение температуры и давления в КП проводить либо на входе либо на выходе КП.

При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за время прохождения поршня.

Если вместимость калиброванного участка двунаправленной ТПУ определена как сумма вместимостей в обоих направлениях, то за одно измерение принимают движение поршня в прямом и обратном направлении, количество импульсов и время прохождения поршня в прямом и обратном направлениях суммируют.

Если вместимость калиброванного участка двунаправленной ТПУ определена для каждого направления, то за одно измерение принимают движение поршня в каждом направлении.

При наличии у ТПУ второй пары детекторов допускается использовать обе пары детекторов.

При использовании КП допускается за результат измерения считать среднее значение результатов измерений для нескольких проходов поршня (не более 20).

9.3.4.5 Результаты измерений заносят в отдельные протоколы для каждого компаратора объ-

ема. Рекомендуемая форма протокола определения коэффициента преобразования компаратора(ов) объема приведена в приложении 3. Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

9.3.4.6 Полученный(ые) коэффициент(ы) преобразования компаратора(ов) объема устанавливают в ИВК.

9.3.4.7 Для определения коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) ППР устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям компаратора(ов) объема. Отклонение объемного расхода рабочей жидкости через компаратор(ы) объема должно быть не более $\pm 2,5\%$ от расхода, при котором были определены коэффициенты преобразования компаратора(ов) объема.

9.3.4.8 После стабилизации объемного расхода в соответствии с 7.1.1 и стабилизации температуры рабочей жидкости в соответствии с 7.1.2 проводят необходимое количество измерений.

9.3.4.9 Начинают измерение. ИВК одновременно начинает отсчет импульсов выходных сигналов компаратора(ов) объема и ППР. При достижении заданного количества импульсов выходного сигнала ППР и от каждого компаратора (количество значащих цифр в заданном числе должно быть не менее 5) или по истечении заданного времени измерения ИВК одновременно заканчивает отсчет импульсов выходных сигналов компаратора(ов) объема и ППР.

Если количество импульсов выходного сигнала выбранных компаратора(ов) объема или ППР за время измерения меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями.

Для определения средних значений за время измерения фиксируют значения следующих параметров:

- температуры рабочей жидкости в компараторе объема ($t_{прj}$, °C);
- давления рабочей жидкости в компараторе объема ($P_{прj}$, МПа);
- температуры рабочей жидкости в ППР ($t_{ППРj}$, °C);
- давления рабочей жидкости в ППР ($P_{ППРj}$, МПа);
- плотность рабочей жидкости, измеренную ПП ($\rho_{пj}$, кг/м³);
- температуру рабочей жидкости в ПП ($t_{пj}$, °C);
- давление рабочей жидкости в ПП ($P_{пj}$, МПа);
- кинематическую вязкость рабочей жидкости, измеренную ПВ (при его наличии), (ν_j , мм²/с).

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за время одного измерения.

9.3.4.10 Результаты измерений заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки ППР приведена:

- в приложении И при определении коэффициенты коррекции ППР (MF_j), в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,
- в приложении К при определении коэффициента коррекции ППР (MF) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,
- в приложении Л при определении коэффициента коррекции ППР (MF_j) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов,

- в приложении М при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м^3) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,

- в приложении Н при определении коэффициента преобразования ППР (KF , имп/м^3) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов

- в приложении О при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м^3) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов.

Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

9.3.4.11 Если определение МХ ППР проводят одновременно двумя методами (с применением ПУ и с применением ПУ и компараторов при невозможности обеспечения заявленного рабочего диапазона расхода только по ПУ), то оформляют сводный протокол. Рекомендуемая форма сводного протокола поверки ППР приведена

- в приложении П при определении коэффициенты коррекции ППР (MF_j), в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,

- в приложении Р при определении коэффициента коррекции ППР (MF) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,

- в приложении С при определении коэффициента коррекции ППР (MF_j) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода при постоянном значении коэффициента преобразования ППР и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов,

- в приложении Т при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м^3) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов,

- в приложении У при определении коэффициента преобразования ППР (KF , имп/м^3) в рабочем диапазоне измерений объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расходов

- в приложении Ф при определении коэффициента преобразования ППР (KF_j , имп/м^3) в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расходов.

Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от алгоритмов, реализованных в ИВК.

9.3.5 Определение МХ ППР при поверке по ЭПОР и ЭУ.

9.3.5.1 Для определения коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) поверяемого ПР устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям ЭПОР.

9.3.5.2 После стабилизации объемного расхода в соответствии с 7.1.1 и стабилизации температуры рабочей жидкости в соответствии с 7.1.2 проводят необходимое количество измерений.

9.3.5.3 Начинают измерение. ИВК одновременно начинает отсчет импульсов выходных сигналов ЭПОР и ППР. При достижении заданного количества импульсов выходного сигнала ЭПОР или истечении заданного времени измерения ИВК одновременно заканчивает отсчет импульсов выходных сигналов ЭПОР и ППР.

Если количество импульсов выходного сигнала ЭПОР или ППР за время измерения меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями.

Для определения средних значений за время измерения ИВК периодически фиксирует значения следующих параметров:

- температуры рабочей жидкости в ППР;
- давления рабочей жидкости в ППР;
- температуры рабочей жидкости в ЭПОР;
- давления рабочей жидкости в ЭПОР;
- плотность рабочей жидкости, измеренную ПП;
- температуру рабочей жидкости в ПП;
- давление рабочей жидкости в ПП;
- кинематическую вязкость рабочей жидкости, измеренную ПВ (при его наличии).

При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за время измерения.

Перечень параметров допускается изменять в зависимости от типа применяемой ЭПОР, ЭУ и от алгоритмов, реализованных в ИВК.

Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы.

9.3.6 При заполнении протоколов полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 2.

Т а б л и ц а 2 - Точность представления результатов измерений и вычислений

Параметр	Единица измерения	Количество цифр после запятой	Количество значащих цифр, не менее
Объем	м ³	-	6
Частота выходного сигнала	Гц	-	4
Расход	м ³ /ч	2	-
Температура	°С	2	-
Давление	МПа	2	-
Плотность	кг/м ³	1	-
Кинематическая вязкость	мм ² /с	1	-
Количество импульсов	имп	-	5
Интервал времени	с	2	-
Погрешность, СКО	%	3	-
Коэффициент преобразования	имп/м ³	-	5
Коэффициент коррекции		5	-
Коэффициент объемного расширения	1/°С	6	-
П р и м е ч а н и е – если количество цифр в целой части числа больше рекомендованного количества значащих цифр, то число округляют до целого.			

10 Обработка результатов измерений

10.1 Объем жидкости, прошедшей через ППР за время измерения, определенный по ПУ

10.1.1 Объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ТПУ (КП), V_{ji} , м³, вычисляют по формулам

$$V_{ji} = V_0 \cdot CTS_{ji} \cdot CPS_{ji} \cdot \frac{CTL_{ПУji} \cdot CPL_{ПУji}}{CTL_{ПРji} \cdot CPL_{ПРji}} \quad (10.1)$$

$$CTS_{ji} = \begin{cases} 1 + 3 \cdot \alpha_t \cdot (t_{ПУji} - 20) & \text{для ТПУ} \\ (1 + \alpha_{k1} \cdot (t_{ПУji} - 20)) \cdot (1 + \alpha_D \cdot (t_{Дji} - 20)) & \text{для КП} \end{cases} \quad (10.2)$$

$$CPS_{ji} = \begin{cases} 1 + 0,95 \cdot \frac{P_{ПУji} \cdot D}{E \cdot S} & \text{вариант 1} \\ 1 + \frac{P_{ПУji} \cdot D}{E \cdot S} & \text{вариант 2} \end{cases} \quad (10.3)$$

$$t_{ПУji} = \frac{t_{ВхПУji} + t_{ВыхПУji}}{2} \quad (10.4)$$

$$P_{ПУji} = \frac{P_{ВхПУji} + P_{ВыхПУji}}{2} \quad (10.5)$$

где V_0 - вместимость калиброванного участка ПУ при нормальных условиях ($t = 20$ °С и $P = 0$ МПа), м³;

CTS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

CPS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вариант вычислений выбирают в соответствии с методикой поверки ПУ);

$CTL_{ПУji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ПУ для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CPL_{ПУji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ПУ для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CTL_{ПРji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CPL_{ПРji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

α_t – коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ТПУ (берут из эксплуатационной документации или приложения Ц), 1/°С;

α_{k1} – квадратичный коэффициент расширения материала стенок калиброванного участка КП (берут из эксплуатационной документации или из приложения Ц), 1/°С;

α_D – коэффициент линейного расширения материала планки крепления детекторов КП или инварового стержня (берут из эксплуатационной документации или из приложения Ц), 1/°С;

$t_{Дji}$ – температура планки крепления детекторов или инварового стержня за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{ПРji}$ – температура жидкости в ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{пуji}$ – температура жидкости в ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{вхпуji}$, $t_{выхпуji}$ – температура жидкости на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при наличии преобразователей температуры на входе и выходе ПУ, °С;

$P_{прji}$ – давление жидкости в ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;

$P_{пуji}$ – давление жидкости в ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;

$P_{вхтпуji}$, $P_{выхтпуji}$ – давление жидкости на входе и выходе ТПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при наличии преобразователей давления на входе и выходе ПУ, МПа;

D – внутренний диаметр калиброванного участка ПУ (берут из эксплуатационной документации), мм;

S – толщина стенок калиброванного участка ПУ (берут из эксплуатационной документации), мм;

E – модуль упругости материала стенок калиброванного участка ПУ (берут из эксплуатационной документации или приложения Ц), МПа.

Вычисление объема рабочей жидкости, прошедшей через ППР за время измерения, допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в ИВК утвержденного типа.

10.1.2 Объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ и компаратору (m_j компараторам) объема, V_{ji} , м³, вычисляют по формуле

$$V_{ji} = \begin{cases} \frac{N_{кji}}{K_{кj}} \cdot \frac{CTL_{кji} \cdot CPL_{кji}}{CTL_{прji} \cdot CPL_{прji}} & \text{один компаратор} \\ \sum_{k=1}^{m_j} m_j \left(\frac{N_{кjik}}{K_{кjk}} \cdot \frac{CTL_{кjik} \cdot CPL_{кjik}}{CTL_{прji} \cdot CPL_{прji}} \right) & m_j \text{ компараторов} \end{cases}, \quad (10.6)$$

где $N_{кji}$ – количество импульсов от компаратора объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп;

$K_{кj}$ – коэффициент преобразования компаратора объема для j -й точки рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ, имп/м³;

$N_{кjik}$ – количество импульсов от k -го компаратора объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп;

$K_{кjk}$ – коэффициент преобразования k -го компаратора объема для j -й точки рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ, имп/м³;

$CTL_{прji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CPL_{прji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CTL_{кji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в компараторе объема для i -го измерения в j -й точке

рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

CPL_{kji} – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в компараторе объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

STL_{kji} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в k -ом компараторе объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

CPL_{kji} – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в k -ом компараторе объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

m_j – количество компараторов объема для j -й точки рабочего диапазона измерений объемного расхода.

Вычисление объема рабочей жидкости, прошедшей через ППР за время измерения, допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в ИВК утвержденного типа.

10.1.3 Объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода V_{ji} , м³, определенный по ЭПОР или по ЭУ, м³, вычисляют по формулам

$$V_{ji} = V_{\text{ЭПОР(ЭУ)ji}} \cdot \frac{STL_{\text{ЭПОРji}} \cdot CPL_{\text{ЭПОРji}}}{STL_{\text{ПРji}} \cdot CPL_{\text{ПРji}}}, \quad (10.7)$$

$$V_{\text{ЭПОРji}} = \frac{N_{\text{ЭПОРji}}}{K_{\text{ЭПОРji}}} \quad (10.8)$$

где $V_{\text{ЭПОР(ЭУ)ji}}$ – объем, определенный с применением ЭПОР и вычисленный по формуле (10.8.) или объем, определенный по ЭУ и вычисленный в соответствии с алгоритмами, приведенными в эксплуатационных документах на ЭУ и/или в ИВК за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, м³;

$N_{\text{ЭПОРji}}$ – количество импульсов от ЭПОР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп;

$K_{\text{ЭПОРji}}$ – коэффициент преобразования ЭПОР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м³;

$STL_{\text{ЭПОРji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ЭПОР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CPL_{\text{ЭПОРji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ЭПОР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$STL_{\text{ПРji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют в соответствии с приложением X);

$CPL_{\Gamma pji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляются в соответствии с приложением X);

$t_{\Gamma pji}$ – температура жидкости в ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{ЭПОРji}$ – температура жидкости в ЭПОР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$P_{\Gamma pji}$ – давление жидкости в ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;

$P_{ЭПОРji}$ – давление жидкости в ЭПОР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа.

Вычисление объема рабочей жидкости, прошедшей через ППР за время измерения, допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в ИВК утвержденного типа.

10.2 Среднее значение кинематической вязкости рабочей жидкости за время поверки, ν , мм²/с вычисляют по формуле

$$\nu = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \nu_{ji}}{\sum_{j=1}^m n_j} & \text{при наличии ПВ} \\ \frac{\nu_H + \nu_K}{2} & \text{при отсутствии ПВ} \end{cases}, \quad (10.9)$$

где ν_{ji} – кинематическая вязкость рабочей жидкости для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, мм²/с;

n_j – количество измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

m – количество точек расхода;

ν_H, ν_K – кинематическая вязкость рабочей жидкости, определенная в испытательной лаборатории в начале и в конце поверки, мм²/с.

10.3 Частота выходного сигнала ППР для j -й точки расхода, f_j , Гц, вычисляют по формулам

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} f_{ji}}{n_j}, \quad (10.10)$$

$$f_{ji} = \frac{N_{ji}}{T_{ji}}, \quad (10.11)$$

где f_{ji} – частота выходного сигнала ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, Гц;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

N_{ji} – количество импульсов от ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп;

T_{ji} – длительность i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, с.

10.4 Объемный расход жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, Q_{ji} , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{ji} = \frac{V_{ji}}{T_{ji}} \cdot 3600, \quad (10.12)$$

где V_{ji} – объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке ра-

бочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ (компаратору(ам) объема, ЭПОР, ЭУ), м³;

T_{ji} – длительность i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, с.

10.5 Объемный расход жидкости в ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, Q_j , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} q_{ji}}{n_j}, \quad (10.13)$$

где Q_{ji} – объемный расход жидкости в ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, м³/ч;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

10.6 Коэффициент преобразования ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, KF_{ji} , ипм/м³, вычисляют по формуле

$$KF_{ji} = \frac{N_{ji}}{V_{ji}}, \quad (10.14)$$

где N_{ji} – количество импульсов от ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм;

V_{ji} – объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ(компаратору(ам) объема, ЭПОР, ЭУ), м³.

10.7 Коэффициент преобразования ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, KF_j , ипм/м³, вычисляют по формуле

$$KF_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ji}}{n_j}, \quad (10.15)$$

где KF_{ji} – коэффициент преобразования ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм/м³;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

10.8 Коэффициент преобразования ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, KF , ипм/м³, вычисляют по формуле

$$KF = \frac{\sum_{j=1}^m KF_j}{m}, \quad (10.16)$$

где KF_j – коэффициент преобразования ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм/м³;

m – количество точек в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

10.9 Коэффициент коррекции ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, MF_{ji} , вычисляют по формуле

$$MF_{ji} = \frac{V_{ji}}{N_{ji}} \cdot KF_{уст} \quad (10.17)$$

где N_{ji} – количество импульсов от ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм;

V_{ji} – объем жидкости, прошедшей через ППР за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ(компаратору(ам) объема, ЭПОР, ЭУ), м³;

$KF_{уст}$ – коэффициент преобразования ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, предварительно определенный на заводе – изготовителе или на месте эксплуатации и установленный в ИВК, $имп/м^3$;

10.10 Коэффициент коррекции ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, MF_j , вычисляют по формуле

$$MF_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ji}}{n_j}, \quad (10.18)$$

где MF_{ji} – коэффициент коррекции ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

10.11 Коэффициент коррекции ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, MF , вычисляют по формуле

$$MF = \frac{\sum_{j=1}^m MF_j}{m}, \quad (10.19)$$

где MF_j – коэффициент коррекции ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

m – количество точек в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

10.12 СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, S_j , %, вычисляют по формуле

$$S_j = \begin{cases} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (KF_{ji} - KF_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{KF_j} \cdot 100 & \text{при определении } KF \\ \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (MF_{ji} - MF_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{MF_j} \cdot 100 & \text{при определении } MF \end{cases}, \quad (10.20)$$

где KF_{ji} – коэффициент преобразования ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $имп/м^3$;

KF_j – коэффициент преобразования ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $имп/м^3$;

MF_{ji} – коэффициент коррекции ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

MF_j – коэффициент коррекции ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

Проверяют выполнение следующего условия:

$$S_j \leq 0,02\% \quad (10.21)$$

При выполнении условия (10.21) продолжают обработку результатов измерений.

При невыполнении условия (10.21) проводят анализ результатов измерений на наличие выбросов (промахов) в соответствии с приложением Ч.

10.13 СКО среднего арифметического значения результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, S_{xj} , %, вычисляют по формуле

$$S_{xj} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}} \quad (10.22)$$

где S_j – СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, %;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

10.14 Границу случайной погрешности ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ε_j , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_j = t_{j(P)} \cdot S_{Xj}, \quad (10.23)$$

$$P = \begin{cases} 0,95 & \text{при применении в качестве СИ} \\ 0,99 & \text{при применении в составе эталонной установки} \end{cases} \quad (10.24)$$

где S_{Xj} – СКО среднего арифметического значения результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, %;

$t_{j(P)}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_j при доверительной вероятности P в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

10.15 Границу случайной погрешности ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, ε , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \max(\varepsilon_j), \quad (10.25)$$

где ε_j – граница случайной погрешности ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при доверительной вероятности P , %;

10.16 Граница неисключенной систематической погрешности ППР

10.16.1 Границу неисключенной систематической погрешности ППР при определении МХ ППР по ПУ, $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют по формулам

$$\Theta_{\Sigma}(P) = k \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma 0}^2 + \Theta_{V 0}^2 + \delta_{\text{ИВК}}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2}, \quad (10.26)$$

$$P = \begin{cases} 0,95 & \text{при применении в качестве СИ} \\ 0,99 & \text{при применении в качестве эталона} \end{cases} \quad (10.27)$$

$$k = \begin{cases} 1,1 & \text{при } P = 0,95 \\ 1,4 & \text{при } P = 0,99 \end{cases} \quad (10.28)$$

$$\Theta_t = \max(\beta_{ji}) \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{ПУ}}^2 + \Delta t_{\text{ПР}}^2} \cdot 100, \quad (10.29)$$

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона объемного расхода Θ_A , %, принимают равной нулю.

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF_{j+1}}{MF_j + MF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.30)$$

При определении KF (MF) в рабочем диапазоне объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF}{KF} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF}{MF} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.31)$$

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона объемного расхода Θ_A , %, принимают равным нулю.

где $\Theta_{\Sigma 0}$ – граница суммарной неисключенной систематической погрешности ПУ (берут из свидетельства или протокола поверки(калибровки) ПУ), %;

Θ_{V_0} – граница неисключенной систематической погрешности определения среднего значения вместимости ПУ (берут из свидетельства или протокола поверки ПУ; для ТПУ с двумя парами детекторов берут наибольшее значение), %;

Θ_t – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры жидкости в ПУ и ППР, %;

Θ_A – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики ППР в рабочем диапазоне расхода, %;

β_{ji} – коэффициент объемного расширения жидкости при температуре $t_{пуji}$ для i -го измерения в j -й точке расхода, $1/^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{пу}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры, установленных в ПУ, $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{пр}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около ППР, $^\circ\text{C}$;

KF_j, KF_{j+1} (MF_j, MF_{j+1}) – коэффициенты преобразования (коэффициенты коррекции) ППР в j -й и $(j+1)$ -й точках рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 .

10.16.2 Границу неисключенной систематической погрешности ППР при определении МХ ППР по ПУ и компаратору (m_j компараторам) объема, $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют по формулам

$$\Theta_{\Sigma}(P) = k \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma 0}^2 + \Theta_{V_0}^2 + \delta_{ивк1}^2 + \delta_{ивк2}^2 + \Theta_K^2 + \Theta_{t1}^2 + \Theta_{t2}^2 + \Theta_A^2}, \quad (10.32)$$

$$P = \begin{cases} 0,95 & \text{при применении в качестве СИ} \\ 0,99 & \text{при применении в составе эталонной установки} \end{cases} \quad (10.33)$$

$$k = \begin{cases} 1,1 & \text{при } P = 0,95 \\ 1,4 & \text{при } P = 0,99 \end{cases} \quad (10.34)$$

$$\Theta_K = \begin{cases} \max \left(t_{Kj(P)} \cdot \frac{S_{Kj}}{\sqrt{n_{Kj}}} \right) \\ \max \left(t_{Kjk(P)} \cdot \frac{S_{Kjk}}{\sqrt{n_{Kjk}}} \right) \end{cases}, \quad (10.35)$$

$$\Theta_{t1} = \max(\beta_{пуji}) \cdot \sqrt{\Delta t_{пу}^2 + \Delta t_K^2} \cdot 100, \quad (10.36)$$

$$\Theta_{t2} = \max(\beta_{ji}) \cdot \sqrt{\Delta t_K^2 + \Delta t_{пр}^2} \cdot 100 \quad (10.37)$$

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона объемного расхода Θ_A , %, принимают равной нулю.

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF_{j+1}}{MF_j + MF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.38)$$

При определении KF (MF) в рабочем диапазоне объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF}{KF} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF}{MF} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.39)$$

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона объемного расхода Θ_A , %, %, принимают равным нулю

где $\delta_{ивк1}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования компаратора массы по ТПУ (КП), %;

$\delta_{ивк2}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) ППР по компаратору объема, %;

Θ_k – граница составляющей составляющей неисключенной систематической погрешности определения коэффициента преобразования компаратора объема, %;

Θ_{t1} – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры жидкости в ПУ и компараторе объема, %;

Θ_{t2} – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры жидкости в компараторе объема и ППР, %;

Θ_A – граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики ППР в рабочем диапазоне расхода, %;

S_{kj} – СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования компаратора объема, %;

$t_{kj(P)}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_{kj} при доверительной вероятности P в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования компаратора объема;

n_{kj} – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования компаратора объема.

S_{kjk} – СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования k -го компаратора объема, %;

$t_{kjk(P)}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_{kjk} при доверительной вероятности P в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования k -го компаратора объема;

n_{kj} – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при определении коэффициента преобразования k -го компаратора объема.

$\beta_{пуji}$, $\beta_{кji}$ – коэффициент объемного расширения жидкости при температурах $t_{пуji}$ и $t_{кji}$ для i -го измерения в j -й точке расхода, $1/^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{пу}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры, установленных в ПУ, $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{пр}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около ППР, $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{к}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около компаратора объема, $^\circ\text{C}$;

KF_j , KF_{j+1} , (MF_j , MF_{j+1}) – коэффициенты преобразования (коэффициенты коррекции)

ППР в j -й и $(j+1)$ -й точках рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 .

10.16.3 Границу неисключенной систематической погрешности ППР при определении МХ ППР по ПУ и ПУ с компаратором (m компараторам) объема, $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют согласно п.10.16.2.

При применении обоих методов при определении МХ ППР по ПУ и ПУ с компаратором объемного расхода в заявленном диапазоне расхода одновременно наименьшее значение расхода при поверке по ПУ принимают за нижнюю границу рабочего диапазона расхода ППР и наибольшее значение расхода при поверке по ПУ с компаратором принимают за верхнюю границу рабочего диапазона измерений объемного расхода. Для вычисления Θ_A используют значения KF_j , KF_{j+1} (MF_j , MF_{j+1}), полученных в заявленном рабочем диапазоне расхода разными методами.

10.16.4 Границу неисключенной систематической погрешности ППР при определении МХ ППР по ЭПОР или по ЭУ, $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют по формулам

$$\Theta_{\Sigma}(P) = k \cdot \sqrt{\delta_{\text{ЭПОР(ЭУ)}}^2 + \delta_{\text{ивк}}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2}, \quad (10.40)$$

$$P = \begin{cases} 0,95 & \text{при применении в качестве СИ} \\ 0,99 & \text{при применении в качестве эталонной установки} \end{cases} \quad (10.41)$$

$$k = \begin{cases} 1,1 & \text{при } P = 0,95 \\ 1,4 & \text{при } P = 0,99 \end{cases} \quad (10.42)$$

$$\Theta_t = \max(\beta_{ji}) \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{ЭПОР(ЭУ)}}^2 + \Delta t_{\text{пр}}^2} \cdot 100, \quad (10.43)$$

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона объемного расхода Θ_A , %, принимают равной нулю.

При определении KF_j (MF_j) в точках рабочего диапазона объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF_{j+1}}{MF_j + MF_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.44)$$

При определении KF (MF) в рабочем диапазоне объемного расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 * \left| \frac{KF_j - KF}{KF} \right| \cdot 100 \right) \\ \max \left(0,5 * \left| \frac{MF_j - MF}{MF} \right| \cdot 100 \right) \end{cases} \quad (10.45)$$

где $\delta_{\text{ивк}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования (коэффициента коррекции) ППР по ЭПОР, %;

Θ_t – граница составляющей неисклоченной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры жидкости в ЭПОР и ППР, %;

Θ_A – граница составляющей неисклоченной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики ППР в рабочем диапазоне расхода, %;

β_{ji} – коэффициент объемного расширения жидкости при температуре $t_{\text{пу}j}$ для i -го измерения в j -й точке расхода, $1/^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{\text{пу}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры, установленных около ЭПОР, $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{\text{пр}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около ППР, $^\circ\text{C}$;

$KF_j, KF_{j+1}, (MF_j, MF_{j+1})$ – коэффициенты преобразования (коэффициенты коррекции) ППР в j -й и $(j+1)$ -й точках рабочего диапазона измерений объемного расхода, $\text{имп}/\text{м}^3$;

$\delta_{\text{ЭПОР(ЭУ)}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ЭПОР(ЭУ), %, при применении ЭУ на базе преобразователей массового расхода вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ЭПОР(ЭУ)}} = \sqrt{\delta_{\text{мпр}}^2 + \left(\frac{\Delta_{\text{пл}}}{\rho_{\text{min}}} \cdot 100 \right)^2}, \quad (10.46)$$

где $\delta_{\text{мпр}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ЭУ на базе преобразователей массового расхода, %;

$\Delta_{\text{пл}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя плотности, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_{min} – минимальное значение плотности за время измерений, $\text{кг}/\text{м}^3$.

10.17 Границу относительной погрешности ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при доверительной вероятности $P=0,95$, δ_j , %, вычисляют по формуле

$$\delta_j = K_j \cdot S_{\Sigma j} \quad (10.47)$$

$$K_j = \frac{\varepsilon_j + \theta_{\Sigma}(P)}{S_{Xj} + S_{\theta}}, \quad (10.48)$$

$$S_{\Sigma j} = \sqrt{S_{\theta}^2 + S_{Xj}^2}, \quad (10.49)$$

$$S_{\theta} = \frac{\theta_{\Sigma}(P)}{1.1 \cdot \sqrt{3}} \quad (10.50)$$

где ε_j – граница случайной погрешности ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, %;

$\Theta_{\Sigma}(P)$ – граница неисклоченной систематической погрешности ППР при доверительной вероятности P , при применении обоих методов при определении МХ ППР по ПУ и ПУ с компаратором объема одновременно, $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют для метода ПУ с компаратором объема, %

S_{Xj} – СКО среднего арифметического значения результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, %,

10.18 Граница относительной погрешности ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при доверительной вероятности P , δ , %:

$$\delta = K \cdot S_{\Sigma} \quad (10.51)$$

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}(P)}{S_X + S_{\Theta}} \quad (10.52)$$

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_X^2} \quad (10.53)$$

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}(P)}{k \cdot \sqrt{3}} \quad (10.54)$$

$$P = \begin{cases} 0,95 & \text{при применении в качестве СИ} \\ 0,99 & \text{при применении в качестве эталонной установки} \end{cases} \quad (10.55)$$

$$k = \begin{cases} 1,1 & \text{при } P = 0,95 \\ 1,4 & \text{при } P = 0,99 \end{cases} \quad (10.56)$$

где ε_j – граница случайной погрешности ППР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %;

$\Theta_{\Sigma}(P)$ – граница неисключенной систематической погрешности ППР при доверительной вероятности P , при применении обоих методов при определении МХ ППР (по ПУ и ПУ с компаратором объема) $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, вычисляют для метода ПУ с компаратором объема %;

S_X – СКО среднего значения результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, принимают равным значению СКО среднего значения результатов измерений, S_{Xj} , в точке рабочего диапазона измерений объемного расхода с максимальным значением границы случайной погрешности ε_j , при применении обоих методов при определении МХ ППР (по ПУ и ПУ с компаратором объема) $\Theta_{\Sigma}(P)$, %, анализируются S_{Xj} в каждом методе, %.

10.19 Оценивание границы относительной погрешности

ППР допускается к применению, если относительная погрешность не превышает пределов допускаемой относительной погрешности, определяемых назначением и областью применения ППР и указанных в описании типа на ППР.

Если данное условие не выполняется, то рекомендуется:

- увеличить количество точек в рабочем диапазоне измерений объемного расхода;
- увеличить количество измерений в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;
- увеличить количество проходов поршня за одно измерение (при поверке по КП);
- применить средства поверки, имеющие метрологические характеристики лучше применяемых;
- уменьшить рабочий диапазон измерений объемного расхода.

При повторном невыполнении данных условий поверку прекращают.

При необходимости определения нескольких ГХ ППР при разных значениях вязкости, диапазон вязкости, указанный в заявлении на поверку, разбивают на поддиапазоны. Процедуру определения МХ ППР проводят согласно 9.3-10.18 для каждого поддиапазона вязкости при верхнем значении поддиапазона вязкости. При поверке на месте эксплуатации МХ ППР определяются при одном рабочем значении вязкости.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки ППР в зависимости от выбранного метода рекомендуется оформлять протоколом(протоколами) по соответствующим формам, приведенным в приложениях Б,В,Г,В,Е,Ж (определение МХ по ПУ), И,К,Л,М,Н,О (определение МХ по ПУ с компаратором объема), П,Р,С,Т,У,Ф(совмещенные с одним протоколе определение МХ по ПУ и ПУ с компаратором объема) либо по произвольным формам, разработанных организацией, выполняющей поверку.

11.2 При оформлении протоколов допускается формы протоколов представлять в измененном виде.

11.3 При положительных результатах поверки ППР оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующим законодательством.

11.4 Протокол (протоколы при определении нескольких ГХ ППР) поверки является обязательным приложением к свидетельству о поверке.

11.5 Пломбирование ППР проводят только при поверке на месте эксплуатации. Пломбированию подлежат только фланцы в соответствии с описанием типа СИ.

11.6 При отрицательных результатах поверки ППР к эксплуатации не допускают, оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующим законодательством

Приложение А

Определение коэффициента преобразования компаратора объема

А.1 Объем жидкости, прошедшей через компаратор объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ, $V_{Кji}$, м³, вычисляют по формулам

$$V_{Кji} = V_0 \cdot CTS_{ji} \cdot CPS_{ji} \cdot \frac{CTL_{ПУji} \cdot CPL_{ПУji}}{CTL_{Кji} \cdot CPL_{Кji}}, \quad (A.1)$$

$$CTS_{ji} = \begin{cases} 1 + 3 \cdot \alpha_t \cdot (t_{ПУji} - 20) & \text{для ТПУ} \\ (1 + \alpha_{k1} \cdot (t_{ПУji} - 20)) \cdot (1 + \alpha_d \cdot (t_{Дji} - 20)) & \text{для КП} \end{cases} \quad (A.2)$$

$$CPS_{ji} = \begin{cases} 1 + 0,95 \cdot \frac{P_{ПУji} \cdot D}{E \cdot S} & \text{вариант 1} \\ 1 + \frac{P_{ПУji} \cdot D}{E \cdot S} & \text{вариант 2} \end{cases}, \quad (A.3)$$

$$t_{ПУji} = \frac{t_{ВхПУji} + t_{ВыхПУji}}{2}, \quad (A.4)$$

$$P_{ПУji} = \frac{P_{ВхПУji} + P_{ВыхПУji}}{2}, \quad (A.5)$$

где V_0 – вместимость калиброванного участка ПУ при нормальных условиях ($t = 20$ °С и $P = 0$ МПа), м³;

CTS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

CPS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вариант вычислений выбирают в соответствии с методикой поверки ПУ);

$CTL_{ПУji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в ПУ для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

$CPL_{ПУji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в ПУ для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

$CTL_{Кji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для температуры жидкости в компараторе объема для i -го измерения в j -й точке;

$CPL_{Кji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для давления жидкости в компараторе объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

α_t – коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ТПУ, 1/°С;

α_{k1} – квадратичный коэффициент расширения материала стенок калиброванного участка КП, 1/°С;

α_d – коэффициент линейного расширения материала планки крепления детекторов КП или инварового стержня, 1/°С;

$t_{Дji}$ – температура планки крепления детекторов или инварового стержня за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{Кji}$ – температура жидкости в компараторе объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{ПУji}$ – температура жидкости в ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, °С;

$t_{вхПУj}, t_{выхПУj}$ – температура жидкости на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при наличии преобразователей температуры на входе и выходе ПУ, °С;

$P_{кji}$ – давление жидкости в компараторе объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;

$P_{ПУji}$ – давление жидкости в ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;

$P_{вхПУji}, P_{выхПУji}$ – давление жидкости на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода при наличии преобразователей давления на входе и выходе ПУ, МПа;

D – внутренний диаметр калиброванного участка ПУ, мм;

S – толщина стенок калиброванного участка ПУ, мм;

E – модуль упругости материала стенок калиброванного участка ПУ, МПа.

А.2 Коэффициент преобразования компаратора объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $K_{кji}$, ипм/м^3 , вычисляют по формуле

$$K_{кji} = \frac{N_{кji}}{V_{кji}}, \quad (\text{А.6})$$

где $N_{кji}$ – количество импульсов от компаратора объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм ;

$V_{кji}$ – объем жидкости, прошедшей через компаратор объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ, м^3 .

А.3 Коэффициент преобразования компаратора объема в j й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $K_{кj}$, ипм/м^3 , вычисляют по формуле

$$K_{кj} = \frac{\sum_{l=1}^{n_j} K_{кjl}}{n_{кj}}, \quad (\text{А.7})$$

где $K_{кji}$ – коэффициент преобразования компаратора объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм/м^3 ;

$n_{кj}$ – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

А.4 СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $S_{кj}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{кj} = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^{n_j} (K_{кjl} - K_{кj})^2}{n_{кj} - 1}} \cdot \frac{100}{K_{кj}}, \quad (\text{А.8})$$

где $K_{кji}$ – коэффициент преобразования компаратора объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм/м^3 ;

$K_{кj}$ – коэффициент преобразования компаратора объема в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, ипм/м^3 ;

$n_{кj}$ – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

А.5 Объемный расход жидкости в компараторе объема в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $Q_{кj}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, вычисляют по формулам

$$Q_{кj} = \frac{\sum_{l=1}^{n_{кj}} Q_{кjl}}{n_{кj}}, \quad (\text{А.9})$$

$$Q_{кji} = \frac{V_{кji}}{T_{ji}} \cdot 3600, \quad (\text{А.10})$$

где $Q_{кji}$ – объемный расход жидкости в компараторе объема для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$;

n_{kj} – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;
 V_{kji} – объем жидкости, прошедшей через компаратор объема за время i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, определенный по ПУ, m^3 ;
 T_{ji} – длительность i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, с.

**Приложение Б
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в
точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем
диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица Б1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Б1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %	KF _{уст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица 2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ/ № изм	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{пji} , кг/м ³	t _{пji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Б2

№ точ./ № изм.	ρ _{пji} , МПа	β _{ji} , 1/°C	v _{ji} , мм ² /с	t _{прji} , °C	ρ _{прji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп.	MF _{ji}
1	10	11	12	13	14	15	16	18
1/1								
...								
1/n ₁								
...								
m/1								
...								
m/n _m								

Таблица Б3 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j	S_j , %	n_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
М								

Таблица Б4 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы Б1 заполняют только при поверке ППР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы Б1 и столбец 7 таблицы Б2 заполняют только при поверке ППР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы Б2 не заполняют.
- 4 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы Б3 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.
- 5 В столбцы 3 и 4 таблицы Б4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение В
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в
рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем
диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относитель-
ной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица В1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы В1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %	K _{Fуст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица В2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ./ № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{пji} , кг/м ³	t _{пji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы В2

№ точ./ № изм.	P _{пji} , МПа	β _{ji} , 1/°C	v _{ji} , мм ² /с	t _{прji} , °C	P _{прji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп	MF _{ji}
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Таблица В3 - Результаты измерений и вычислений в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF _j	S_j , %	n_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
М								

Таблица В4 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %	MF
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки «___» _____ 20___ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы В1 заполняют только при поверке ППР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы В1 и столбец 7 таблицы В2 заполняют только при поверке ППР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы В2 не заполняют.
- 4 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы В3 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.
- 5 В столбцы 3 и 4 таблицы В4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение Г
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в
точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в
точках рабочего диапазона расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении MF в точках рабочего диапазона
расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица Г1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Г1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %	K _{Fуст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица Г2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ./ № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Г2

№ точ./ № изм.	P _{ппji} , МПа	β _{ji} , 1/°C	v _{ji} , мм ² /с	t _{прji} , °C	P _{прji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп.	MF _{ji}
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...								
1/n ₁								
...								
m/1								
...								
m/n _m								

Таблица Г3 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_j , %	ρ_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
М								

Окончание таблицы Г3

№ точ.	$t_{0.95j}$	ϵ_j , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ_j , %
1	10	11	12	13	14
1					
...
М					

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы Г1 заполняют только при поверке ПР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы Г1 и столбец 7 таблицы Г2 заполняют только при поверке ПР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы Г2 не заполняют.
- 4 В столбцы 5 и 6 таблицы Г3 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение Д
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в
точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в
рабочем диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица Д1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _D , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Д1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица Д2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ./ № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{дji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Д2

№ точ./ № изм.	$R_{ПРji}$, МПа	β_{ji} , 1/°С	ν_{ji} , мм ² /с	$t_{ПРji}$, °С	$R_{ПРji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Таблица Д3 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	ρ_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица Д4 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	ν_{min} , мм ² /с	ν_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы Д1 заполняют только при поверке ППР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы Д1 и столбец 7 таблицы Д2 заполняют только при поверке ППР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы Д2 не заполняют.
- 4 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы Д3 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.
- 5 В столбцы 3 и 4 таблицы Д4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение Е
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в
рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем
диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в рабочем диапазоне расхода и относи-
тельной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица Е1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _D , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Е1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица Е2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ./ № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{дji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Е2

№ точ./ № изм.	P _{ппji} , МПа	β _{ji} , 1/°C	v _{ji} , мм ² /с	t _{прji} , °C	P _{прji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп.	KF _{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Таблица Е3 - Результаты измерений и вычислений в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	n_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица Е4 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %	KF , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы Е1 заполняют только при поверке ППР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы Е1 и столбец 7 таблицы Е2 заполняют только при поверке ППР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы 2 не заполняют.
- 4 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы Е3 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.
- 5 В столбцы 3 и 4 таблицы Е4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение Ж
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в
точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в
точках рабочего диапазона расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода
и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица Ж1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Ж1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица Ж2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ./ № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Ж2

№ точ./ № изм.	P _{ппji} , МПа	β _{ji} , 1/°C	v _{ji} , мм ² /с	t _{прji} , °C	P _{прji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп.	КФ _{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...								
1/n ₁								
...								
m/1								
...								
m/n _m								

Таблица ЖЗ - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_j , %	η_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Окончание таблицы ЖЗ

№ точ.	$t_{0.95j}$	ϵ_j , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ_j , %
1	10	11	12	13	14
1					
...
m					

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 Столбец 6 таблицы Ж1 заполняют только при поверке ПР по ТПУ.
- 2 Столбцы 7, 8 таблицы Ж1 и столбец 7 таблицы Ж2 заполняют только при поверке ПР по КП.
- 3 При отсутствии ПВ столбец 12 таблицы Ж2 не заполняют.
- 4 В столбцы 5 и 6 таблицы ЖЗ заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение 3
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола определения коэффициента преобразования
компаратора объема**

ПРОТОКОЛ № _____

определения коэффициента преобразования компаратора объема

ПР: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица 31 - Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	a _t , 1/°C	a _{k1} , 1/°C	a _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %	Θ _{V0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δивк, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 32 - Результаты измерений и вычислений

№ точ / № изм	Q _{жк} м ³ /ч	Детек торы	T _{жк} , с	t _{пужк} , °C	P _{пужк} , МПа	t _{джк} , °C	P _{ппжк} , кг/м ³	t _{ппжк} , °C	P _{ппжк} , МПа	V _{ji} , мм ² /с	t _{kj} , МПа	P _{kj} , Гц	N _{kj} , имп	K _{kj} , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/1														
...
1/n _j														
...
m/l														
...
m/n _m														

Таблица 33 - Результаты измерений и вычислений в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q _{жк} , м ³ /ч	K _{kj} , имп/м	S _{kj} , %	n _{kj}	t _{kj 0,95}	Θ _{kj} , %
1	2	3	4	5	6	7
1						
...	
m						

Подпись лица, проводившего измерения _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

1 столбец 6 таблицы 31 заполняют только при поверке ППР по ТПУ;

2 столбцы 7, 8 таблицы 31 и столбец 7 таблицы 32 заполняют только при поверке ППР по КП;

3 При отсутствии ПВ столбец 11 таблицы 32 не заполняют.

**Приложение И
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора при
определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной
погрешности в рабочем диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении MF в точках рабочего
диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица И1 - Исходные данные

Θ_{20} %	Θ_{v0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7

Таблица И2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$P_{кпрji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						
	...						
	q						
...	...						
1/n ₁	1						
	...						
	q						
...	...						
m/1	1						
	...						
	q						
...	...						
m/n _m	1						
	...						
	q						

Таблица И3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_j , с	$R_{ппj}$, кг/м ³	$t_{ппj}$, °С	$P_{ппj}$, МПа	V_j , мм ² /с	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	f_j , Гц	N_j , имп	MF_j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...
1/n ₁											
...
m/1											
...
m/n _m											

Таблица И4 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j	S_j , %	n_j	S_{Xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ϵ_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица И5 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_X , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы И3 не заполняют.
- 2 В столбцы 3 и 4 таблицы И5 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.
- 3 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы И4 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.

**Приложение К
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема
при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной
погрешности в рабочем диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении MF в рабочем диа-
пазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица К1 - Исходные данные

Θ_{20} %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ИВК}$, %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7

Таблица К2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$P_{кпрji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...	
1/n ₁	1						

	q						
...	
m/1	1						

	q						
...	
m/n _m	1						

	q						

Таблица К3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_j , с	$P_{ппрj}$, кг/м ³	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	V_j , мм ² /с	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	f_j , Гц	N_j , имп	MF_j
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/1											
...	
m/n _m											

Таблица К4 - Результаты измерений точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j	S_j , %	n_j	S_{Xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ϵ_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица К5 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_X , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %	MF
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы К3 не заполняют.

2 В столбцы 3 и 4 таблицы К5 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

3 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы К4 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.

**Приложение Л
(Рекомендуемое)**

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема
при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и
относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении MF в точках рабочего
диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица Л1 - Исходные данные

Θ_v %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ППР}$, °C	$\delta_{ИВК}$, %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5

Таблица Л2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ. / № изм.	№ ПР	Q_{kji} , м ³ /ч	N_{kji} , имп	K_{kji} , имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$P_{кпрji}$, МПа	β_{kji} , 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						
	...						
	q						
...	...						
1/n ₁	1						
	...						
	q						
...	...						
m/1	1						
	...						
	q						
...	...						
m/n _m	1						
	...						
	q						

Таблица Л3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q _j , м ³ /ч	T _j , с	P _{ппj} , кг/м ³	t _{ппj} , °C	P _{ппj} , МПа	V _j , мм ² /с	t _{ппрj} , °C	P _{ппрj} , МПа	f _j , Гц	N _j , имп	MF _j ,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/1											
...	
m/n _m											

Таблица Л4 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q _j , м ³ /ч	f _j , Гц	MF _j ,	V _{min} , мм ² /с	V _{max} , мм ² /с	S _j , %	n _j	S _{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Окончание таблицы Л4

№ точ.	t _{0.95j}	ε _j , %	Θ _t , %	Θ _Σ , %	δ _j , %
1	10	11	12	13	14
1					
...
m					

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы Л3 не заполняют.

2 В столбцы 5 и 6 таблицы Л4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

Приложение М
(Рекомендуемое)

**Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора при
определении КF в точках рабочего диапазона расхода и относительной
погрешности в рабочем диапазоне расхода**

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении КF в точках рабочего
диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица М1 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %
1	2	3	4	5	6

Таблица М2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$P_{кпрji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...	
1/n ₁	1						

	q						
...	
m/1	1						

	q						
...	
m/n _m	1						

	q						

Таблица М3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_{ji} , м ³ /ч	T_{ji} , с	$R_{ппji}$, кг/м ³	$t_{ппji}$, °С	$R_{ппji}$, МПа	V_{ji} , мм ² /с	$t_{ппji}$, °С	$R_{ппji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/l											
...	
m/n _m											

Таблица М4 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	n_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица М5 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы М3 не заполняют.
- 2 В столбцы 3 и 4 таблицы М5 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.
- 3 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы М4 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в «шапке» столбца оставляют только соответствующее название.

Приложение Н
(Рекомендуемое)

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении KF
в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем
диапазоне расхода

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении KF в рабочем диапа-
зоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица Н1 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %
1	2	3	4	5	6

Таблица Н2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$R_{кпрji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						
	...						
	q						
...	...						
1/n ₁	1						
	...						
	q						
...	...						
m/1	1						
	...						
	q						
...	...						
m/n _m	1						
	...						
	q						

Таблица Н3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_j , с	$P_{ппрj}$, кг/м ³	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	V_j , мм ² /с	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	f_j , Гц	N_j , имп	KF_j , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...
1/n ₁											
...
m/1											
...
m/n _m											

Таблица Н4 - Результаты измерений точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	n_j	S_{xj} , %	$t_{0.95j}$ ($t_{0.99j}$)	ϵ_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Таблица Н5 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %	KF , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечания:

- 1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы Н3 не заполняют.
- 2 В столбцы 3 и 4 таблицы Н5 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.
- 3 При применении ППР в качестве СИ в столбец 8 таблицы Н4 заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, при применении ППР в качестве эталона (в составе эталонной установки) заносят значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99, в обозначении столбца оставляют только соответствующее название.

Приложение О
(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема
при определении КF в точках рабочего диапазона расхода и
относительной погрешности в точках рабочего диапазоне расхода

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР с помощью ПУ и компаратора объема при определении КF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазоне расхода

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица О1 - Исходные данные

Θ_v %	$\Delta t_{пр},$ °C	$\Delta t_{пр},$ °C	$\delta_{ивк},$ %
1	2	3	4

Таблица О2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji},$ м ³ /ч	$N_{кji},$ имп	$K_{кji},$ имп/м ³	$t_{кпрji},$ °C	$P_{кпрji},$ МПа	$\beta_{кji},$ 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...
1/n ₁	1						

	q						
...
m/1	1						

	q						
...
m/n _m	1						

	q						

Таблица О3 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q _j , м ³ /ч	T _j , с	P _{гп_гj} , кг/м ³	t _{гп_гj} , °С	P _{гп_гj} , МПа	V _j , мм ² /с	t _{гп_гг_гj} , °С	P _{гп_гг_гj} , МПа	f _j , Гц	N _j , имп	KF _j , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/1											
...	
m/n _m											

Таблица О4 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q _j , м ³ /ч	f _j , Гц	KF _j , имп/м ³	V _{min} , мм ² /с	V _{max} , мм ² /с	S _j , %	n _j	S _{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...
m								

Окончание таблицы О4

№ точ.	t _{0.95j}	ε _j , %	Θ _t , %	Θ _Σ , %	δ _j , %
1	10	11	12	13	14
1					
...
m					

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20__ г.

Примечания:

1 При отсутствии ПВ столбец 7 таблицы О3 не заполняют.

2 В столбцы 5 и 6 таблицы О4 заносят, соответственно, нижнее и верхнее значение заявленного диапазона вязкости. При определении нескольких ГХ в диапазоне вязкости, заносят нижнее и верхнее значение вязкости соответствующего поддиапазона вязкости.

**Приложение П
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Определение с помощью ПУ

Таблица П1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы П1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %	KF _{уст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица П2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ. / № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы П2

№ точ./ № изм.	$R_{ПРji}$, МПа	β_{ji} , 1/°C	v_{ji} , мм ² /с	$t_{ПРji}$, °C	$R_{ПРji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	MF_{ji}
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица П3 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5	6	8

Таблица П4 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ. / № изм.	№ ПР	Q_{kji} , м ³ /ч	N_{kji} , имп	K_{kji} , имп/м ³	$t_{кПРji}$, °C	$R_{кПРji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
m+1/1	1						

	q						
...
m+2/n ₁	1						

	q						
...
p/1	1						

	q						
...
p/n _m	1						

	q						

Таблица П4 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_{j1} , с	$P_{ппрj1}$, кг/м ³	$t_{ппрj1}$, °С	$P_{ппрj2}$, МПа	V_{j1} , мм ² /с	$t_{ппрj2}$, °С	$P_{ппрj3}$, МПа	f_{j1} , Гц	N_{j1} , ИМП	MF_{j1} ,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m+1/1											
...
m+2/n ₁											
...
p/1											
...
p/n _m											

Таблица П5 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j ,	S_j , %	η_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7
1						
...
p						

Таблица П6 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_x , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечание – Необходимо учесть примечания, приведенные в формах протоколов поверки с определением соответствующих характеристик и применением соответствующих средств поверки.

**Приложение Р
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР при определении MF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с _____

Определение с помощью ПУ

Таблица Р1 - Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Р1

Θ _{V0} , %	Δt _{ПУ} , °C	Δt _{ПР} , °C	δ _{ИВК} , %	K _{Fуст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица Р2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ / № изм	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{ПУji} , °C	P _{ПУji} , МПа	t _{дji} , °C	ρ _{ППji} , кг/м ³	t _{ППji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Р2

№ точ./ № изм.	$R_{гпгj}$, МПа	β_{ji} , 1/°C	v_{ji} , мм ² /с	$t_{гпрj}$, °C	$R_{кпрj}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	MF_{ji}
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица Р3 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{гпр}$, °C	$\Delta t_{кпр}$, °C	Δt_k , °C	дивк. %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7

Таблица Р4 - Результаты измерений и вычислений, ГР

№ точ / № изм	№ ГР	Q_{kji} , м ³ /ч	N_{kji} , имп	K_{kji} , имп/м ³	$t_{кпрj}$, °C	$R_{кпрj}$, МПа	β_{kji} , 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
m+1/1	1						

	q						
...
m+2/n ₁	1						

	q						
...
p/1	1						

	q						
...
p/n _m	1						

	q						

Таблица Р5 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_{ji} , м ³ /ч	T_{ji} , с	$P_{ппрji}$, кг/м ³	$t_{ппрji}$, °С	$P_{пгji}$, МПа	V_{ji} , мм ² /с	$t_{ппрji}$, °С	$P_{ппрji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	MF_{ji}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
m+1/1											
...	
m+2/n ₁											
...	
p/1											
...	
p/n _m											

Таблица Р6 - Результаты измерений в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j	S_j , %	n_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7
1						
...
m						

Таблица Р7 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_Σ , %	δ , %	MF
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечание – Необходимо учесть примечания, приведенные в формах протоколов поверки с определением соответствующих характеристик и применением соответствующих средств поверки.

**Приложение С
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № ____

поверки ППР при определении MF в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Определение с помощью ПУ

Таблица С1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы С1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %	K _{Fуст} , имп/м ³
10	11	12	13	14

Таблица С2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ. / № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{пji} , кг/м ³	t _{пji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы С2

№ точ./ № изм.	$R_{ПРj}$, МПа	β_{j} , 1/°C	v_{j} , мм ² /с	$t_{ПРj}$, °C	$R_{ПРj}$, МПа	f_{j} , Гц	N_{j} , имп	MF_{j} ,
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица С3 - Исходные данные

Θ_{20} %	Θ_{v0} %	$\Delta t_{ПР}$, °C	$\Delta t_{ПР}$, °C	Δt_k , °C	дивк, %	$KF_{уст}$, имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7

Таблица С4 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	Q_{kj} , м ³ /ч	N_{kj} , имп	K_{kj} , имп/м ³	$t_{ПРj}$, °C	$R_{кПРj}$, МПа	β_{kj} , 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
m+1/1	1						

	q						
...
m+2/n ₁	1						

	q						
...
p/1	1						

	q						
...
p/n _m	1						

	q						

Таблица С4 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_{j1} , с	$R_{плj1}$, кг/м ³	$t_{плj1}$, °С	$R_{плj2}$, МПа	V_{j1} , мм ² /с	$t_{плj2}$, °С	$R_{плj3}$, МПа	f_{j1} , Гц	N_{j1} , имп	MF_{j1} ,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
m+1/1											
...	
m+2/n ₁											
...	
p/1											
...	
p/n _m											

Таблица С5 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	MF_j ,	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_j , %	Θ_{Σ} , %	δ_j , %
1	2	3	4	5	6	7	13	14
1								
...
m								

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечание – Необходимо учесть примечания, приведенные в формах протоколов поверки с определением соответствующих характеристик и применением соответствующих средств поверки.

**Приложение Т
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Определение с помощью ПУ

Таблица Т1 - Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Т1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица Т2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ. / № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Т2

№ точ./ № изм.	$P_{ппj}$, МПа	β_{ji} , 1/°C	v_{ji} , мм ² /с	$t_{прj}$, °C	$R_{прj}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица Т3 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{пр}$, °C	$\Delta t_{пр}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %
1	2	3	4	5	6

Таблица Т4 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрj}$, °C	$R_{кпрj}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...
1/n ₁	1						

	q						
...
m/1	1						

	q						
...
m/n _m	1						

	q						

Таблица Т5 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_j , м ³ /ч	T_j , с	$P_{ппj}$, кг/м ³	$t_{ппj}$, °С	$P_{ппj}$, МПа	V_j , мм ² /с	$t_{ппрj}$, °С	$P_{ппрj}$, МПа	f_j , Гц	N_j , имп	KF_j , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...
1/n ₁											
...
m/1											
...
m/n _m											

Таблица Т6 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	η_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7
1						
...
m						

Таблица Т7 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	v_{min} , мм ² /с	v_{max} , мм ² /с	S_x , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	9	10

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки «___» _____ 20___ г.

Примечание – Необходимо учесть примечания, приведенные в формах протоколов поверки с определением соответствующих характеристик и применением соответствующих средств поверки.

**Приложение У
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении KF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР при определении KF в рабочем диапазоне расхода и относительной погрешности в рабочем диапазоне расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР k: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Определение с помощью ПУ

Таблица У1- Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы У1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица У2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ. / № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{dji} , °C	ρ _{пji} , кг/м ³	t _{пji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы У2

№ точ./ № изм.	$R_{пгji}$, МПа	β_{ji} , 1/°C	v_{ji} , мм ² /с	$t_{пгji}$, °C	$R_{пгji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица У3 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{пг}$, °C	$\Delta t_{пгп}$, °C	Δt_k , °C	дивк, %
1	2	3	4	5	6

Таблица У4 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	Q_{kji} , м ³ /ч	N_{kji} , имп	K_{kji} , имп/м ³	$t_{пгji}$, °C	$R_{кпгji}$, МПа	β_{kji} , 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...
1/n ₁	1						

	q						
...
m/1	1						

	q						
...
m/n _m	1						

	q						

Таблица У5 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q_{ji} , м ³ /ч	T_{ji} , с	$R_{ппji}$, кг/м ³	$t_{ппji}$, °С	$R_{ппji}$, МПа	V_{ji} , мм ² /с	$t_{ппji}$, °С	$R_{ппji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/1											
...	
m/n _m											

Таблица У6 - Результаты измерений в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м ³ /ч	f_j , Гц	KF_j , имп/м ³	S_j , %	n_j	S_{xj} , %
1	2	3	4	5	6	7
1						
...
m						

Таблица У7 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м ³ /ч	Q_{max} , м ³ /ч	V_{min} , мм ² /с	V_{max} , мм ² /с	S_x , %	ϵ , %	Θ_A , %	Θ_Σ , %	δ , %	KF , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки «___» _____ 20___ г.

Примечание – Необходимо учесть примечания, приведенные в формах протоколов поверки с определением соответствующих характеристик и применением соответствующих средств поверки.

**Приложение Ф
(Рекомендуемое)**

Форма протокола поверки ППР при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

ПРОТОКОЛ № _____

поверки ППР при определении КФ в точках рабочего диапазона расхода и относительной погрешности в точках рабочего диапазона расхода с помощью ПУ и с помощью ПУ и компаратора объема

Место проведения поверки: _____

ППР : Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР 1: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

...

ПР к: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Определение с помощью ПУ

Таблица Ф1 - Исходные данные

Детекторы	V ₀ , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α _t , 1/°C	α _{k1} , 1/°C	α _d , 1/°C	Θ _{Σ0} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Ф1

Θ _{v0} , %	Δt _{пу} , °C	Δt _{пр} , °C	δ _{ивк} , %
10	11	12	13

Таблица Ф2 - Результаты измерений и вычислений

№ точ. / № изм.	Q _{ji} , м ³ /ч	Детекторы	T _{ji} , с	t _{пуji} , °C	P _{пуji} , МПа	t _{дji} , °C	ρ _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Окончание таблицы Ф2

№ точ./ № изм.	$R_{прji}$, МПа	β_{ji} , 1/°C	ν_{ji} , мм ² /с	$t_{прji}$, °C	$R_{прji}$, МПа	f_{ji} , Гц	N_{ji} , имп	KF_{ji} , имп/м ³
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...	
1/n ₁								
...	
m/1								
...	
m/n _m								

Определение с помощью ПУ и компаратора объема

Таблица Ф3 - Исходные данные

$\Theta_{\Sigma 0}$ %	Θ_{V0} %	$\Delta t_{пр}$, °C	$\Delta t_{прр}$, °C	Δt_k , °C	$\delta_{ивк}$, %
1	2	3	4	5	6

Таблица Ф4 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ. / № изм.	№ ПР	$Q_{кji}$, м ³ /ч	$N_{кji}$, имп	$K_{кji}$, имп/м ³	$t_{кпрji}$, °C	$R_{кпрji}$, МПа	$\beta_{кji}$, 1/°C
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						

	q						
...
1/n ₁	1						

	q						
...
m/1	1						

	q						
...
m/n _m	1						

	q						

Таблица Ф5 - Результаты измерений и вычислений, ППР

№ точ / № изм	Q _{ji} , м ³ /ч	T _{ji} , с	P _{ппji} , кг/м ³	t _{ппji} , °C	R _{ппji} , МПа	v _{ji} , мм ² /с	t _{ппрji} , °C	R _{ппрji} , МПа	f _{ji} , Гц	N _{ji} , имп	KF _{ji} , имп/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	
1/n ₁											
...	
m/1											
...	
m/n _m											

Таблица Ф6 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона)

№ точ.	№ Протокола	Q _j , м ³ /ч	f _j , Гц	KF _j ,	v _{min} , мм ² /с	v _{max} , мм ² /с	S _j , %	Θ _Σ , %	δ _j , %
1		2	3	4	5	6	7	13	14
1									
...	
m									

Заключение: ППР к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего поверку _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки «___» _____ 20___ г.

Приложение X
(Рекомендуемое)

Определение коэффициентов CTL и CPL

X.1 Определение коэффициентов CTL и CPL

X.1.1. Нефть, нефтепродукты, смазочные масла (Р 50.2.076-2010)

X.1.1.1 Коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, CTL, вычисляются по формулам

$$CTL = \exp[-\alpha_{15} \cdot \Delta t \cdot (1 + 0,8 \cdot \alpha_{15} \cdot \Delta t)], \quad (X.1)$$

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{15}}{\rho_{15}^2} + K_2, \quad (X.2)$$

$$\Delta t = t - 15, \quad (X.3)$$

где ρ_{15} – плотность жидкости при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, кг/м³;

t – температура жидкости, °С;

α_{15} – коэффициент температурного расширения жидкости при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, 1/°С;

K_0, K_1, K_2 – коэффициенты выбираются из таблицы 1.

Таблица X.1. – Значения коэффициентов K_0, K_1 и K_2 в зависимости от типа жидкости

Тип жидкости	ρ_{15} , кг/м ³	K_0	K_1	K_2
Нефть	611,2 – 1163,8	613,9723	0,0000	0,0000
Бензины	611,2 – 770,9	346,4228	0,4388	0,0000
Топлива, занимающие по плотности промежуточное место между бензинами и керосинами	770,9 – 788,0	2690,740	0,0000	-0,0033762
Топлива для реактивных двигателей, керосины для реактивных двигателей, авиационное реактивное топливо ДЖЕТ А, керосины	788,0 – 838,7	594,5418	0,0000	0,0000
Дизельные топлива, печные топлива, мазуты	838,7 – 1163,9	186,9696	0,4862	0,0000
Смазочные масла нефтяного происхождения, полученные из дистиллятных масляных фракций с температурой кипения выше 370 °С	801,3 – 1163,9	0,0000	0,6278	0,0000

Примечание: Для нефтепродуктов коэффициенты K_0, K_1, K_2 выбираются не по названию типа жидкости, а по значению ρ_{15} .

X.1.1.2 Коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, CPL:

$$CPL = \frac{1}{1 - F_P \cdot P}, \quad (X.3)$$

$$F_P = 10^{-3} \cdot \exp\left(-1,62080 + 0,00021592 \cdot t + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 \cdot 10^3 \cdot t}{\rho_{15}^2}\right), \quad (X.4)$$

где F_P – коэффициент сжимаемости жидкости, 1/МПа;

ρ_{15} – плотность жидкости при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, кг/м³;

t – температура жидкости, °С;

P – избыточное давление жидкости, МПа.

Х.1.1.3 Коэффициент объемного расширения жидкости, β , $1/^\circ\text{C}$:

$$\beta = \alpha_{15} + 1,6 \cdot \alpha_{15}^2 \cdot (t - 15), \quad (\text{X.5})$$

где α_{15} – коэффициент объемного расширения жидкости при 15°C , $1/^\circ\text{C}$;
 t – температура жидкости, при которой определяется коэффициент объемного расширения жидкости, $^\circ\text{C}$.

Х.1.1.4 Коэффициент сжимаемости жидкости, γ , $1/\text{МПа}$:

$$\gamma = F_p, \quad (\text{X.6})$$

где F_p – коэффициент сжимаемости жидкости, $1/\text{МПа}$.

Х.1.1.5 Плотность жидкости при $t = 15^\circ\text{C}$ и $P = 0$ МПа, ρ_{15} , $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{\text{CTL}_{\text{пп}} \cdot \text{CPL}_{\text{пп}}}, \quad (\text{X.7})$$

где $\rho_{\text{пп}}$ – плотность жидкости в ПП, $\text{кг}/\text{м}^3$;
 $\text{CTL}_{\text{пп}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, определенный для $t_{\text{пп}}$ и ρ_{15} ;
 $\text{CPL}_{\text{пп}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, определенный для $t_{\text{пп}}$, $P_{\text{пп}}$ и ρ_{15} .

Для определения ρ_{15} необходимо определить $\text{CTL}_{\text{пп}}$ и $\text{CPL}_{\text{пп}}$, а для определения $\text{CTL}_{\text{пп}}$ и $\text{CPL}_{\text{пп}}$, в свою очередь, необходимо определить ρ_{15} . Поэтому ρ_{15} определяют методом последовательного приближения.

1) Определяют $\text{CTL}_{\text{пп}(1)}$ и $\text{CPL}_{\text{пп}(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным $\rho_{\text{пп}}$.

2) Определяют $\rho_{15(1)}$, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{\text{CTL}_{\text{пп}(1)} \cdot \text{CPL}_{\text{пп}(1)}}, \quad (\text{X.8})$$

3) Определяют $\text{CTL}_{\text{пп}(2)}$ и $\text{CPL}_{\text{пп}(2)}$, принимая ρ_{15} равным $\rho_{15(1)}$.

4) Определяют $\rho_{15(2)}$, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_{\text{пп}}}{\text{CTL}_{\text{пп}(2)} \cdot \text{CPL}_{\text{пп}(2)}}, \quad (\text{X.9})$$

5) Аналогично пунктам (3) и (4), определяют $\text{CTL}_{\text{пп}(i)}$, $\text{CPL}_{\text{пп}(i)}$ и $\rho_{15(i)}$ для i -го цикла вычислений и проверяют выполнение условия:

$$|\rho_{15(i)} - \rho_{15(i-1)}| \leq 0.001, \quad (\text{X.10})$$

где $\rho_{15(i)}$, $\rho_{15(i-1)}$ – значения ρ_{15} , определенные, соответственно, за последний и предпоследний цикл вычислений, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Процесс вычислений продолжают до выполнения данного условия. За значение ρ_{15} принимают последнее значение $\rho_{15(i)}$.

Х.1.2. Дистиллированная вода (API. MPMS. Chapter 11. Section 4. Part 1)

Х.1.2.6 Коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, CTL:

$$\begin{aligned} \text{CTL} = & \frac{999,97358}{999,102} \cdot (1 - (7,0134 \cdot 10^{-8} \cdot \Delta t + \\ & + 7,926504 \cdot 10^{-6} \cdot \Delta t^2 - 7,575677 \cdot 10^{-8} \cdot \Delta t^3 + \\ & + 7,314894 \cdot 10^{-10} \cdot \Delta t^4 - 3,596458 \cdot 10^{-12} \cdot \Delta t^5)), \end{aligned} \quad (\text{X.11})$$

$$\Delta t = t - 3,9818, \quad (\text{X.12})$$

где t – температура жидкости, °С.

999,97358 – плотность дистиллированной воды при температуре 3,9818 °С и $P = 0$ МПа, кг/м³;

999,102 – плотность дистиллированной воды при температуре 15 °С и $P = 0$ МПа, кг/м³;

Х.1.2.7 Коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, CPL:

$$CPL = 1 + (5,074 \cdot 10^{-4} - 3,26 \cdot 10^{-6} \cdot t + 4,16 \cdot 10^{-8} \cdot t^2) \cdot P, \quad (\text{X.13})$$

где t – температура жидкости, °С;

P – давление жидкости, МПа.

Х.1.2.8 Коэффициент объемного расширения жидкости, β , 1/°С:

$$\beta = 2,6 \cdot 10^{-4} \quad (\text{X.14})$$

Х.1.2.9 Коэффициент сжимаемости жидкости, γ , 1/МПа:

$$\gamma = 4,91 \cdot 10^{-4} \quad (\text{X.15})$$

Х.1.3. Вода (API. MPMS. Chapter 20. Section 1)

Х.1.3.10 Коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем жидкости, CTL:

$$CTL = 1 - (1,8562 \cdot 10^{-4} + 1,2882 \cdot 10^{-5} \cdot B) \cdot \Delta t - \\ - (4,1151 \cdot 10^{-6} - 1,4464 \cdot 10^{-7} \cdot B) \cdot \Delta t^2 + \\ + (7,1926 \cdot 10^{-9} + 1,3085 \cdot 10^{-10} \cdot B) \cdot \Delta t^3 \quad (\text{X.16})$$

$$\Delta t = t - 15, \quad (\text{X.17})$$

где t – температура жидкости, °С;

B – массовое содержание хлористых солей в воде, %..

Х.1.3.11 Коэффициент, учитывающий влияние давления на объем жидкости, CPL:

$$CPL = 1 + (5,074 \cdot 10^{-4} - 3,26 \cdot 10^{-6} \cdot t + 4,16 \cdot 10^{-8} \cdot t^2) \cdot P, \quad (\text{X.18})$$

где t – температура жидкости, °С;

P – давление жидкости, МПа.

Х.1.3.12 Коэффициент объемного расширения жидкости, β , 1/°С:

$$\beta = 2,6 \cdot 10^{-4} \quad (\text{X.19})$$

Х.1.3.13 Коэффициент сжимаемости жидкости, γ , 1/МПа:

$$\gamma = 4,91 \cdot 10^{-4} \quad (\text{X.20})$$

Х 1.4 Другие жидкости (сжиженный газ, газовый конденсат, химикаты, промышленные жидкости)

Х 1.4.1 Коэффициенты, учитывающие влияние температуры и давления на объем жидкости, определяются по алгоритмам, установленным нормативными документами и реализованным в ИВК.

Приложение Ц
(Рекомендуемое)
Справочные данные

Ц.1 Квантиль распределения Стьюдента

Таблица Ц.1. – Значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95 и 0,99

n-1	t _{0,95}	t _{0,99}	n-1	t _{0,95}	t _{0,99}	n-1	t _{0,95}	t _{0,99}
1	12,706	63,657	12	2,179	3,055	23	2,069	2,807
2	4,303	9,925	13	2,160	3,012	24	2,064	2,797
3	3,182	5,841	14	2,145	2,977	25	2,060	2,787
4	2,776	4,604	15	2,131	2,947	26	2,056	2,779
5	2,571	4,032	16	2,120	2,921	27	2,052	2,771
6	2,447	3,707	17	2,110	2,898	28	2,048	2,763
7	2,365	3,499	18	2,101	2,878	29	2,045	2,756
8	2,306	3,355	19	2,093	2,861	30	2,042	2,750
9	2,262	3,250	20	2,086	2,845	40	2,021	2,704
10	2,228	3,169	21	2,080	2,831	60	2,000	2,660
11	2,201	3,106	22	2,074	2,819	120	1,980	2,617

Ц.2 Коэффициенты расширения и модули упругости

Значения коэффициентов линейного расширения и модули упругости материалов стенок калиброванного участка ПУ, материала планки крепления детекторов в зависимости от материала приведены в таблице Ц.2.

Таблица Ц.2. – Коэффициенты линейного расширения и модули упругости материалов стенок калиброванного участка ПУ, материала планки крепления детекторов

Материал	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$\alpha_{kl}, 1/^\circ\text{C}$	$\alpha_d, 1/^\circ\text{C}$	E, МПа
Сталь углеродистая	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,23 \cdot 10^{-5}$	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,07 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$3,46 \cdot 10^{-5}$	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$1,93 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$1,59 \cdot 10^{-5}$	$3,18 \cdot 10^{-5}$	$1,59 \cdot 10^{-5}$	$1,93 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$2,16 \cdot 10^{-5}$	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,97 \cdot 10^5$
Инвар			$1,44 \cdot 10^{-6}$	

Приложение Ч

Анализ результатов измерений на наличие выбросов

Ч.1 Проверка результатов измерений на один промах по критерию Граббса при определении метрологических характеристик ППР

Ч.1.1. СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений массового расхода, S_j :

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (KF_{ji} - KF_j)^2}{n_j - 1}} \quad (Ч.1)$$

где KF_{ji} – коэффициент преобразования ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 ;

KF_j – коэффициент преобразования ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 ;

MF_j – коэффициент коррекции ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

MF_{ji} – коэффициент коррекции ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

n_j – количество измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

Примечание – При $S_j < 0,001$ принимаем $S_j = 0,001$.

Ч.1.2. Критерии Граббса для наибольшего и наименьшего значений результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{\frac{|\max(KF_{ji}) - KF_j|}{S_j}}{\frac{|\max(MF_{ji}) - MF_j|}{S_j}} \quad (Ч.2)$$

$$G_2 = \frac{\frac{|KF_j - \min(KF_{ji})|}{S_j}}{\frac{|MF_j - \min(MF_{ji})|}{S_j}} \quad (Ч.3)$$

где KF_{ji} – коэффициент преобразования ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 ;

KF_j – коэффициент преобразования ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, имп/м^3 ;

MF_j – коэффициент коррекции ППР в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

MF_{ji} – коэффициент коррекции ППР для i -го измерения в j -й точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;

S_j – СКО результатов измерений в j -й точке рабочего диапазона измерений массового расхода.

Ч.1.3. Если значение G больше или равно значению G_T , взятому из таблицы, то результат измерения должен быть исключен как выброс.

Таблица Ч.1. – Критические значения G_T для критерия Граббса (одно наибольшее или одно наименьшее значение при уровне значимости q свыше 5%)

n	G_T	n	G_T	n	G_T
3	1.155	9	2.215	15	2.549
4	1.481	10	2.290	16	2.585
5	1.715	11	2.355	17	2.620
6	1.887	12	2.412	18	2.651
7	2.020	13	2.462	19	2.681
8	2.126	14	2.507	20	2.709