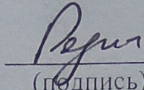


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доц.

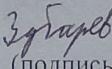

(подпись) В. В. Родин

« 18 » 06 20 18 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОВЕРКИ
РАСХОДА ЖИДКОСТИ**

Автор


(подпись)

08.06.2018
(дата)

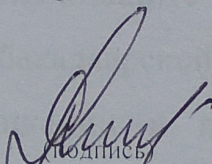
Е. В. Зубарев

Обозначение бакалаврской работы БР-02069964-27.03.01-08-18

Направление 27.03.01 Стандартизация и метрология

Руководитель работы

доц.

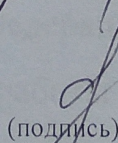

(подпись)

08.06.2018
(дата)

С. И. Мунтанилов

Нормоконтролер

канд. экон. наук, доц.


(подпись)

08.06.2018
(дата)

С. В. Кунев

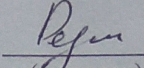
Саранск

2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
канд. техн. наук, доц.

 В. В. Родин
(Подпись)

«07» 05 2018 г.

ЗАДАНИЕ НА БАКАЛАВРСКУЮ РАБОТУ

Студент Зубарев Евгений Владимирович

1 Тема: «Разработка метрологического обеспечения поверки расхода жидкости»

Утверждена приказом МордГУ № 9558-с от 24.11.2017 г.

2 Срок представления работы к защите 15.06.2018 г.

3 Исходные данные для бакалаврской работы: техническая документация, методики поверки, публикации в периодической печати, нормативно-правовые акты Российской Федерации, ГОСТы.

4 Содержание бакалаврской работы

4.1 Аналитический обзор литературных источников

4.2 Поверка счетчиков воды в метрологической службе

4.3 Экспериментальная часть

5 Приложения

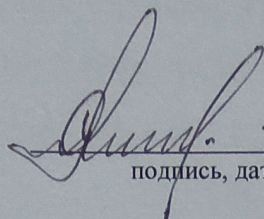
5.1 Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости

5.2 Протокол поверки водомера СГВ-15

5.3 Свидетельство о поверке водомера СГВ-15

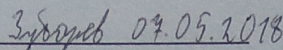
Руководитель работы

доц.

 7.05.18
подпись, дата

С. В. Мунтанилов

Задание принял к исполнению

 07.05.2018
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 82 страницы, 24 рисунка, 21 таблицу, 30 использованных источников, 3 приложения.

ПОВЕРКА, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЧЕТЧИК ВОДЫ, ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА, ЭТАЛОН, СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.

Объектом разработки является нормативно-техническая документация (НТД) по метрологическому обеспечению поверки приборов расхода жидкости.

Цель работы – анализ метрологического обеспечения поверки приборов расхода жидкости, выявление недостатков и предложение решений по их устранению.

В результате выполнения бакалаврской работы были рассмотрены: типы применяемых приборов расхода жидкости и их действие; поверочная схема приборов расхода жидкости; поверка приборов расхода жидкости; протоколы поверки и свидетельства о поверки; выявлены некоторые недостатки в методике поверки и предложены решения по их устранению.

Область применения – в практике работы поверителя.

Эффективность – совершенствование процесса поверки средств измерений.

БР-02069964-27.03.01-08-18

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Зубарев	<i>Зубарев</i>	08.06			
Провер.		Мунтанилов	<i>Мунтанилов</i>	08.06		4	86
Н. Контр.		Кунев	<i>Кунев</i>	08.06	ИЭС, каф. МСС, д/о, 461		
Утверд.		Родин	<i>Родин</i>	18.06			

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Аналитический обзор литературных источников	10
1.1 Основные функции метрологического обеспечения	10
1.2 История развития приборов расхода жидкости	13
1.3 Типы счетчиков воды	15
1.4 Датчики расхода счетчика (ДРС), устройство и работа	17
1.5 Устройство и принцип работы преобразователей «ЭМИС-ВИХРЬ»	21
1.6 Бытовые счётчики воды	23
1.6.1 Счётчики воды крыльчатые ЗАО «ТЕПЛОВОДОМЕР»	23
1.6.2 Счётчики воды ООО ПКФ «БЕТАР»	26
1.6.3 Счётчики WFK2 и WFW2	29
1.6.4 Преимущества и недостатки бытовых счетчиков воды	31
1.7 Электромагнитные расходомеры ЭМИР-ПРАМЕР-550	31
1.8 Счетчик-расходомер массовый «ЭМИС-МАСС 260»	34
1.9 Государственная поверочная схема	37
1.9.1 Государственный первичный эталон объемного расхода жидкости	37
1.9.2 Установки поверочные автоматизированные УПРС	39
1.9.3 Установки поверочные ВПУ-Энерго	41
1.9.4 Переносные поверочные установки УПРС-П	44
1.9.5 Стационарные поверочные расходомерные установки «СПРУТ-100М»	48
2 Поверка счетчиков воды в метрологической службе	53
2.1 Оценка погрешностей измерений	55
2.2 Прослеживаемость измерений	55
2.3 Поверка средств измерений	56

2.4 Отчёт о результатах	59
2.5 Протоколы поверки	59
2.6 Свидетельства о поверки	61
3 Экспериментальная часть	62
3.1 Поверка водомеров в ФБУ «Мордовский ЦСМ»	62
3.2 МастерФлоу преобразователи расхода электромагнитный	64
3.3 Операции поверки	66
3.4 Средства поверки	66
3.5 Требования безопасности	67
3.6 Условия поверки	67
3.7 Подготовка к поверке поверки	68
3.8 Проведение поверки	68
3.9 Определение относительной погрешности	70
3.10 Оформление результатов поверки	72
3.11 Анализ и предложения по методики поверке	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Протокол поверки водомера СГВ-15	84
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Свидетельство о поверке водомера СГВ-15	85

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с Федеральным Законом (ФЗ) от 23.11.2009г. №261 [24], вода подаваемая, передаваемая, потребляемая с использованием систем централизованного водоснабжения, относится к энергетическим ресурсам. Поэтому её учет необходимо проводить приборами расхода жидкости документально.

В настоящее время в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений (ОЕИ), для измерений расхода жидкости протекающей по трубопроводу, используют приборы расхода воды, с пределом допускаемой относительной погрешности $\pm(2-5)$ %. Счетчики воды часто называют приборами учета расхода воды, водосчетчиками или водомерами. В соответствии с [22], приборы расхода воды подлежат периодической поверке. Поверка приборов расхода жидкости должна проводиться с применением специальных поверочных установок. Для проведения поверки существуют нормативные документы (НД) [5].

Таким образом, счетчики воды, которые используются в сфере государственного регулирования ОЕИ, подлежат периодической обязательной поверке, которая подтверждает их соответствие установленным техническим требованиям.

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области ОЕИ юридические лица и индивидуальные предприниматели. Поверочную деятельность, осуществляемую аккредитованными юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, не только разрешает но и контролирует Федеральная служба по аккредитации (Росаккредитация).

Росаккредитация была создана в 2011 году в соответствии с [19] и действует на основании Положения о Федеральной службе по аккредитации, утвержденного [20].

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Критерии Росаккредитации [21], предъявляют требования к оформлению документации на право поверки и калибровки средств измерений.

Росаккредитация является федеральным органом исполнительной власти, который осуществляет функции национального органа Российской Федерации по аккредитации, формирует единую национальную систему аккредитации и осуществляет контроль за деятельностью аккредитованных лиц.

Сведения о результатах поверки счетчиков воды, находящихся в сфере государственного регулирования, аккредитованными юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, проводившими поверку СИ, передаются в [30] в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по ОЕИ. Поверка производится в соответствии с нормативными документами, утверждаемыми по результатам испытаний по утверждению типа средства измерений.

В зависимости от типа и точности поверяемых счетчиков для поверки действует [7]. Поверка счетчиков воды поверочными установками осуществляется «по методу измерения объема», на основе образцовых средств измерения объема воды, и на основе образцовых мер объема (мерников), «по методу измерения массы» на основе образцовых весов.

В соответствии с нормативными документами при поверке средств измерений и для целей утверждения их типа проверяют соответствие технической документации и технических характеристик средств измерений требованиям технического задания, технических условий и распространяющихся на них нормативных и эксплуатационных документов, включающих методики поверки средств измерений.

Поверку средств измерений необходимо проводить по окончании межповерочного интервала. Счетчики воды, в качестве приборов расхода, находящиеся на хранении (более одного межповерочного интервала), подвергаются периодической поверке только после окончания хранения.

Межповерочный интервал счетчиков воды составляет в основном 4 года для горячей воды и 6 лет для холодной воды.

Цель бакалаврской работы – изучение, современного состояния счетчиков расхода жидкости, анализ методов исследования и современного состояния метрологического обеспечения поверки приборов расхода жидкости.

Для достижения поставленной цели в ходе выполнения бакалаврской работы необходимо решить следующие задачи:

- изучить терминологию по теме бакалаврской работы;
- рассмотреть типы и виды применяемых приборов расхода жидкости, их принцип действия;
- изучить поверочную схему приборов расхода жидкости;
- проанализировать метрологическое обеспечение поверки приборов расхода жидкости;
- проанализировать методики поверки, процедуру поверки, эталонную базу и предложить решения по их улучшению;
- приобрести практические навыки работы с нормативной и технической документацией;
- принять участие в процессе проведения поверки приборов расхода жидкости.
- провести оценку, разработать или внести изменения, что бы улучшить показатели поверки СИ метрологических служб.

1 Аналитический обзор литературных источников

1.1 Основные функции метрологического обеспечения

Метрологическое обеспечение – это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства измерений [11].

Метрологическое обеспечение составляет 4 вида основ: научную, техническую, организационную и нормативную.

Научную основу метрологического обеспечения представляет метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способов достижения требуемой точности.

Технической основой метрологического обеспечения является:

- международные и государственные эталоны единиц величин;
- система передачи размеров единиц физических величин от эталонов рабочим средствам измерений;
- система разработки, поставки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений;
- совокупность испытательного оборудования и рабочих средств измерений;
- система испытаний средств измерений;
- система поверки и калибровки средств измерений;
- совокупность стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- совокупность стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

Организационной основой метрологического обеспечения являются Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (РФ), Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Рос-

стандарт) и его институты, региональные центры, центры испытаний средств измерений, и метрологические службы юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

С 1 января 2015 года национальный стандарт [13] устанавливает правовую основу метрологического обеспечения, выполняемых при разработке, производстве, испытаниях, эксплуатации продукции, в научных исследованиях и при осуществлении других видов работ и услуг в сфере государственного регулирования, а так же нормативные документы, правовые акты и положения.

Чтобы достичь сопоставимых результатов измерений одних и тех же объектов, выполненных в разное время, в разных местах, с помощью разных методов и средств, необходимо создание метрологических служб для измерительных работ. Эта задача возложена на метрологические службы, которые обеспечивают единства измерений в соответствии с государственными актами, правилами, требованиями, нормами, установленными стандартами и другими НД в области метрологии.

Организация метрологического обеспечения в РФ возложена на Росстандарт, метрологические службы органов государственного управления (министерств, ведомств, комитетов) и метрологические службы юридических лиц (предприятий, организаций).

К основным целям метрологического обеспечения относят:

- повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов;
- обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов, создание необходимых условий для кооперирования производства и развития специализации;
- повышение эффективности научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, экспериментов и испытаний;

- обеспечение достоверности учета и повышение эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;
- повышение эффективности мероприятий по профилактике, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей Среды, оценке и рациональному использованию природных ресурсов;
- повышение уровня автоматизации управления транспортом и безопасности его движения;
- обеспечение качества и надёжности связи;
- создание условий для получения измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми и достаточными для выработки определённых решений как в областях деятельности, относящихся к сфере государственного регулирования ОЕИ, так и вне этой сферы [22].

Основными задачами метрологического обеспечения являются:

- разработка научно–методических, технико–экономических, правовых и организационных основ метрологического обеспечения;
- проведение фундаментальных научных исследований по поиску и использованию новых физических эффектов с целью создания и улучшения методов и средств измерений высшей точности и определения значений физических констант;
- ОЕИ в государстве, стандартизацию основных положений, правил, требований и норм метрологического обеспечения;
- развитие и совершенствование Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ);
- создание и совершенствование рабочих эталонов;
- установление допускаемых к применению единиц физических величин;
- установление системы государственных эталонов единиц физических величин, их создание, утверждение, улучшение и хранение;
- установление единого порядка передачи размеров единиц физических величин от государственных эталонов всем средствам измерений;

- установление единых требований к метрологическим характеристикам средств измерений;
 - установление порядка, планирования и проведения испытаний средств измерений;
 - проведение поверки и калибровки средств измерений;
 - установление общих требований к стандартным образцам состава и свойств веществ и материалов;
 - установление точных значений физических констант, получение и стандартизация данных, характеризующих свойства веществ и материалов;
 - подготовка и повышение квалификации кадров в области метрологии;
 - установление международного сотрудничества в области метрологии
- [3, 1].

Анализируя цели и задачи метрологического обеспечения, напрашивается вывод, что окончательной целью метрологического обеспечения является приход к рациональному минимуму возможности принятия ошибочных решений по результатам измерений, испытаний и контроля сырья, материалов, изделий и процессов. Для достижения этой цели необходимо комплексное решение всех задач метрологического обеспечения.

1.2 История развития приборов расхода жидкости

История расходомеров начинается с 1797 года, когда итальянский ученый Джованни Баттиста Вентури опубликовал работу в области гидравлики: исследование об истечении воды через короткие цилиндрические и расходящиеся насадки.

Идея прибора учета, по которой в дальнейшем стали создаваться водосчетчики, была запатентована только в 1851 году, когда немецкий инженер и промышленник Карл Вильгельм Сименс подал заявление в соответствующее ведомство на свое детище, произведенное по заказу для лондонских водона-

порных предприятий. Спустя семь лет водяные счетчики стали использоваться в промышленности Германии, а чуть позже – их стали устанавливать в жилых домах.

Счетчик Сименса был механическим и путём шестерёнчатого счётного механизма передавал вращение крыльчатки на циферблат. Иначе говоря, в его основу лёг принцип действия водяной мельницы, колёса которой движимы потоком. Именно такие водяные счетчики долгое время использовались и на территории России, где они начали внедряться лет на тридцать позже, чем в Германии.

В 1887 американским учёным К. Гершелем был предложен водомер, названный именем Вентури. Известна трубка Вентури для измерения скорости в воздушном и водяном потоке и для создания вакуума в авиационных гироскопах. В 1962 г. инженер Хейнрих Кюблер изобрёл магнитный выключатель, позволивший разрабатывать и изготавливать приборы для измерения уровня жидких и сыпучих материалов. Следом за ним были разработаны поплавковые магнитные выключатели, телеметрические датчики уровня и байпасные указатели уровня. Ультразвуковая модификация расходомера была придумана Юрием Александровичем Ковалем, преподавателем кафедры основ радиотехники Харьковского национального университета радиоэлектроники. Патент на турбинный расходомер был выдан в 1970 г. сотрудникам НИИ теплоэнергетического приборостроения СССР.

Первые российские водомеры появились в 1892 году и производились они на ремонтно-механическом заводе бывшей Алексеевской станции, работавшей при Мытищинском водопроводе. Там же оказывались услуги по их обслуживанию.

В СССР счетчики воды бытовые внедряются с 1935 г., а за их выпуск отвечал московский завод «Водоприбор». Однако довольно скоро использоваться такие модели перестали, посчитав, что для государства экономически

целесообразнее считать расход воды исходя из нормы потребления на человека.

В настоящее время для поддержки и стимулирования водосбережения, повышения эффективности и рационального использования воды, подаваемой, передаваемой, потребляемой с использованием систем централизованного водоснабжения, на владельцев квартир, зарегистрированных в определенном помещении, налагается обязанность, установить счетчики учета потребления ресурсов в соответствии с [24].

1.3 Типы счетчиков воды

Счётчик воды (водосчётчик) – прибор, предназначенный для измерения и учёта объёма воды, проходящего по водопроводу в месте установки счётчика. Как правило, объём измеряется в кубометрах или литрах.

Современные счётчики воды подразделяют на несколько основных групп:

- крыльчатые;
- электромагнитные;
- вихревые;
- ультразвуковые;
- кориолисовые.

В конструкции крыльчатых приборов используется крыльчатка или турбинка, установленная в камеру, внутри которой движется поток воды.

Принцип работы электромагнитных основан на взаимодействии магнитного поля и движущейся воды, в которой всегда присутствуют заряженные частицы.

У вихревых во внутрь камеры, по которой движется водный поток, помещается обтекаемое тело (чаще два, равноудаленных друг от друга). Давле-

ние жидкости до этого тела всегда больше, чем после него. Измерение разницы давления и изменение ее частоты пропорционально расходу воды.

Ультразвуковые это счетчики, в которых через ультразвуковые волны проходит поток жидкости и анализируя акустические колебания, счетный прибор показывает расход.

В кориолисовом расходомере измерительный преобразователь состоит из одной или двух вибрирующих трубок из нержавеющей стали при воздействии на них внешнего электрического задающего устройства.

Приборы широко используются для измерения и учёта объёма воды на предприятиях, в квартирах с использованием систем централизованного водоснабжения и отопления, на автомобильном и железнодорожном транспорте и так далее. Для того, чтобы счетчики учета воды имели возможность применяться в сфере государственного регулирования, на них должен быть оформлен ряд разрешительных документов, а именно: Свидетельство об утверждении типа средства измерений, Сертификат соответствия.

Свидетельство об утверждении типа средства измерений подтверждает, что прибор измеряет именно ту величину, на которую он заявлен, причем с заданной погрешностью. Если это счетчик воды, то он измеряет именно объём воды прошедшей через счётчик, а не других неизвестных веществ, причем с известной погрешностью.

Когда оформляется Сертификат об утверждении типа средства измерений, берется определённое количество приборов выпускаемых из всей партии, проводятся испытания и выдаётся сертификат с описанием, в котором утверждается, что этот счетчик измеряет объём воды с допустимой погрешностью, например, относительной погрешностью $\pm 5\%$.

Сертификат соответствия или Сертификат безопасности говорит о том, что данное изделие безопасно, то есть при его эксплуатации нельзя получить удар электрическим током, его корпусные детали не производят раздражаю-

щего действия на кожные и слизистые покровы человека и этот прибор не создает электромагнитных помех для окружающей техники.

Сертификат соответствия может выдаваться на определённый срок или быть бессрочным. Во втором случае в графе «действителен по» будет стоять прочерк. Это означает, что была выбрана другая схема сертификации, когда исследовалась партия приборов определённого размера. В данном случае сертификат действителен на определённое количество приборов.

Главное, чтобы на момент покупки прибора сертификат соответствия был действителен. Если он действителен на момент покупки, значит по отношению к данному конкретному экземпляру прибора он будет действовать в течение всего периода его эксплуатации.

1.4 Датчики расхода счетчика (ДРС), устройство и работа

В настоящее время в промышленности и сельском хозяйстве, все чаще используют датчики расхода счетчика.

Датчик расхода счетчика ДРС [29], предназначен для линейного преобразования объёмного расхода жидкости, протекающей в трубопроводе, в последовательность электрических импульсов, с нормированной ценой импульса 10^4 или 10^3 м³ в зависимости от типоразмера датчика расхода. Типовые датчики изображены на рисунке 1. Датчик расхода может эксплуатироваться в составе счетчика жидкости сигнализатора жидкости ультразвукового (СЖУ), а также в составе других изделий, систем и измерительных комплексов, обеспечивающих прием и обработку частотных или число-импульсных сигналов с частотой в диапазоне 0,2–200 Гц.



Рисунок 1 – Типовые датчики расхода

Область применения датчика расхода счетчика – промышленные предприятия, а так же объекты коммунально-бытового назначения.

Датчик расхода может устанавливаться в помещениях или на открытом воздухе (под навесом) и эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от минус 45 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 95%, при температуре 35 °С. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объема соответствуют таблице 1. Классификация датчиков, их основные расходные параметры соответствуют таблице 2.

Таблица 1 – Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объема

Диапазон объемных расходов	Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения объема,%, для датчиков	
	при индивидуальной градуировке	при градуировке «по среднему»
	ДРС.М 1,5	ДРС.М 2,5
от Q_{\min} до Q_{\max}	±1,5	±2,5
менее Q_{\min}	±2,5	±5

Таблица 2 – Классификация датчиков, их основные расходные параметры

Условное обозначение датчика	Условный проход Ду, мм	Наименьший расход Q_{\min} , м ³ /ч	Порог чувствительности $Q_{\text{ч}}$, м ³ /ч	Наибольший расход Q_{\max} , м ³ /ч	Эксплуатационный расход, м ³ /ч		Масса, кг
					Наименьший $Q_{\text{эmin}}$	Наибольший $Q_{\text{эmax}}$	
ДРС.М-25	100	0,8	0,8	32	1,0	25	14,7
ДРС.М-50	100	1,25	1,25	55	2,0	50	14,1
ДРС.М-200	100	6,0	6,0	220	8,0	200	11,7
ДРС.М-300	100	10,0	10,0	330	12,0	300	11,4

Датчик расхода сохраняет работоспособность в проточной части датчика расхода после замерзания и последующего оттаивания рабочей жидкости, а также при отложениях осадков или образовании наледи на проточной части датчика расхода толщиной не более 1 мм.

Датчик расхода состоит из первичного преобразователя расхода (ПР) и смонтированного на нем электронного преобразователя (ЭП). ЭП состоит из корпуса, в котором расположены плата преобразования и плата коммутации. Структурная схема датчика расхода приведена на рисунке 2.

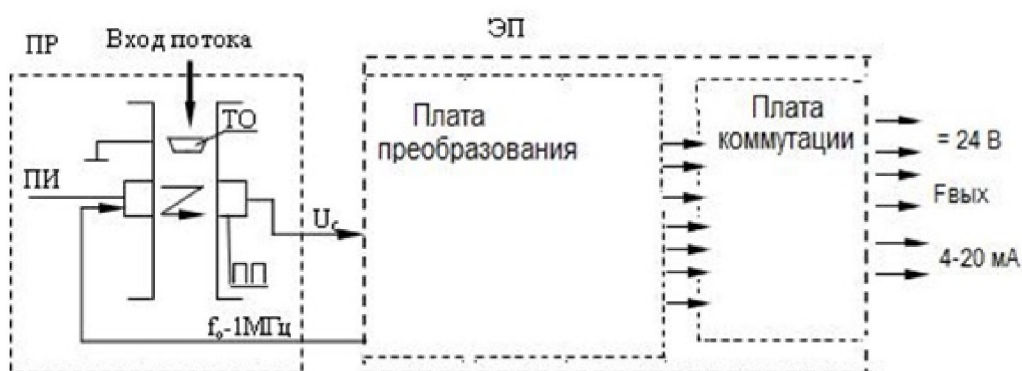


Рисунок 2 – Структурная схема датчика расхода

Датчик расхода работает следующим образом. Набегающий поток образует за телом обтекания (ТО) вихревую дорожку, состоящую из двух цепочек

вихрей, образующихся на кромках тела обтекания и перемещающихся вместе с потоком. Частота срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока жидкости.

Принцип действия датчика расхода основан на регистрации каждого из вихрей путем «просвечивания» потока ультразвуковым лучом, направленным перпендикулярно оси тела обтекания от пьезоизлучателя ПИ к пьезоприемнику ПП. После взаимодействия ультразвуковых колебаний с цепочкой вихрей (вихревой дорожкой) сигнал, принятый пьезоприемником ПП, оказывается модулированным по фазе. Модулированный сигнал U_c с выхода пьезоприемника ПП поступает на плату преобразования.

Плата преобразования датчика расхода осуществляет выделение из модулированного сигнала U_c , поступающего с пьезоприемника ПП, полезного сигнала с частотой вихрей, его фильтрацию, линейризацию и масштабирование, и обеспечивает на выходе электрический непрерывный частотный сигнал $F_{\text{вых}}$ с нормированной ценой импульса и токовый выходной сигнал 4–20 мА. Выходные частотная и токовая цепи гальванически развязаны от корпуса, цепи питания и между собой.

Преимущества и недостатки ультразвуковых расходомеров следующие:

а) Преимущества:

- высочайшая точность – отсутствие вращающихся частей;
- широкий диапазон рабочих температур;
- низкие потери давления;
- возможность измерения как жидких, так и газообразных продуктов;
- наличие врезных и накладных моделей;
- стабильность показаний;
- высокая надежность;
- низкое потребление электричества, в результате чего производятся модели питаемые от батареек, повышенной емкости.

б) Недостатки:

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- высокие требования к однородности среды (чувствительность к наличию пузырьков воздуха в воде);
- зависимость измерения от температуры воды;
- подверженность электромагнитным помехам;
- грамотная настройка расходомера для конкретной цели.

1.5 Устройство и принцип работы преобразователей «ЭМИС-ВИХРЬ»

Преобразователи расхода предназначены для измерения объема и объемного расхода жидкостей, газов, и пара при рабочем давлении и рабочей температуре в различных отраслях промышленности и в системах коммерческого учета. Основные технические характеристики указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Условное обозначение	Условный проход Ду, мм	Относительная погрешность, %	Измеряемый расход, м ³ /ч		Температура среды, °С	
			наименьший Q _{эmin}	наибольший Q _{эmax}	мин	макс
ЭМИС-ВИХРЬ 25	25	0,75	0,5	15	- 200	+ 250
ЭМИС-ВИХРЬ 50	50	0,75	2	56	- 200	+ 250
ЭМИС-ВИХРЬ 200	200	0,75	34	1000	- 200	+ 250
ЭМИС-ВИХРЬ 300	300	0,75	95	2370	- 200	+ 250

Принцип измерения прибора основан на образовании вихрей за препятствием (телом обтекания), стоящим на пути потока среды. Частота пульсаций вихрей за телом обтекания строго пропорциональна скорости потока измеряемой среды. За вихреобразователем расположено крыло сенсора, которое изгибается под воздействием вихрей. Изгибные напряжения воспринимает пьезоэлемент, преобразуя механический сигнал в электрический. Такой тип вихревых расходомеров носит название "Вихревые расходомеры изгибных напряжений". Конструкция пьезоэлемента позволяет отсекаать вредные сигналы

вибрации и температуры на 1-ом этапе преобразования. 2-ой этап преобразования происходит в электронном блоке прибора: сигнальный процессор проводит спектральную обработку сигнала, отсекая вредные гармоники, а также проводит коррекцию полезного сигнала по температуре и числу Рейнольдса.

Преобразователь расхода (рисунок 3) состоит из проточной части 1 и электронного блока 2. Проточная часть представляет собой полый цилиндр, в поперечном сечении которого установлено тело, образующее вихри 3 (вихреобразователь). Вихреобразователь может иметь съемное исполнение 6. За вихреобразователем расположен чувствительный элемент 5 (сенсор).

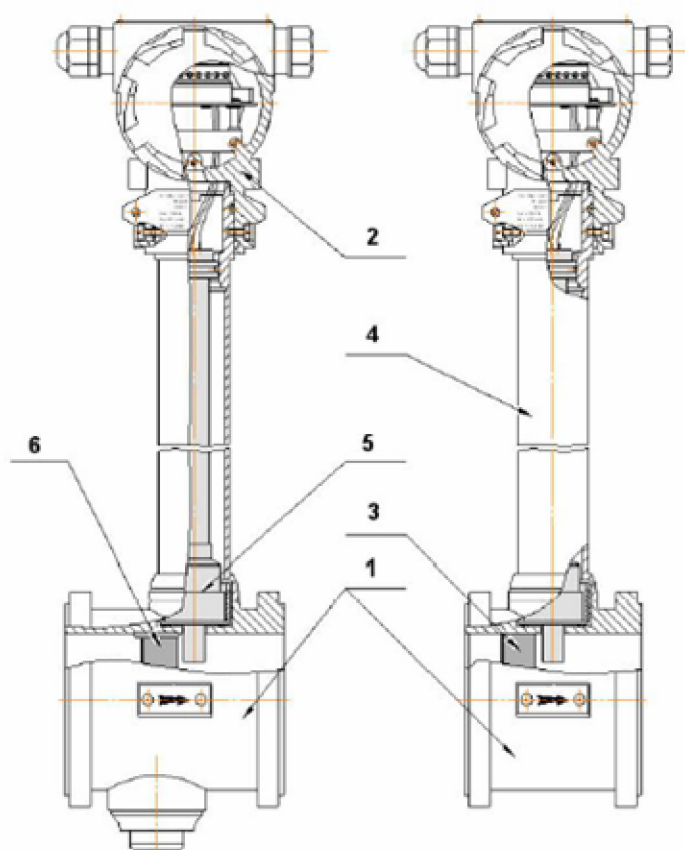


Рисунок 3 – Устройство преобразователей расхода

Электронный блок 2 крепится на цилиндре проточной части с помощью трубчатого кронштейна 4. Электронные платы размещены в электронном блоке. В преобразователе реализован метод измерения расхода, основанный на

измерении частоты вихрей. В цилиндре проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри распространяются попеременно вдоль и сзади каждой из сторон тела обтекания. Частота срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока среды, а, следовательно, пропорциональна объемному расходу измеряемой среды.

Эти завихрения вызывают колебания давления измеряемой среды по обе стороны крыла сенсора. Крыло передает пульсации давления на пьезоэлемент, который преобразует их в электрические сигналы, поступающие в электронный блок. Электронный блок формирует выходные сигналы преобразователя после усиления, фильтрации, преобразований и цифровой обработки сигнала.

Преимущества и недостатки вихревых расходомеров следующие:

а) Преимущества:

- срок службы до 12 лет;
- стабильная работа при правильной эксплуатации;
- отсутствие подвижных деталей;
- точность показаний со временем не изменяется.

б) Недостатки:

- потеря давления за счет нахождения в потоке плотного тела;
- высокая чувствительность к состоянию воды.

1.6 Бытовые счётчики воды

1.6.1 Счётчики воды крыльчатые ЗАО «ТЕПЛОДОМЕР»

Счётчики воды крыльчатке сухоходные, предназначены для измерения объёма питьевой воды, отвечающей требованиям, изложенным в [26], и сетевой воды, отвечающей требованиям по качеству, изложенным в [28], и протекающей в системах холодного и горячего водоснабжения.

Крыльчатые счётчики делятся на несколько групп:

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

- ВСХН и ВСХНд. Оба вида счетчиков устанавливаются в системах холодного водоснабжения, имеют отсчетный механизм с роликовым и стрелочными указателями, показывающими измеренный объем в метрах кубических (m^3) и его долях. Но счётчики ВСХНд имеют счетный механизм с магнитоуправляемым контактом и выдают импульсы (при присоединении вычислителя, регистратора или других совместимых устройств).

- Счетчики типов ВСГН и ВСГНд устанавливаются в системах горячего водоснабжения, имеют отсчетный механизм с роликовым и стрелочными указателями, показывающими измеренный объем в метрах кубических (m^3) и его долях. Но счётчики ВСХНд имеют счетный механизм с магнитоуправляемым контактом и выдают импульсы (при присоединении вычислителя, регистратора или других совместимых устройств).

- Счетчики ВСТН имеют счетный механизм с магнитоуправляемым контактом, с роликовым и стрелочными указателями, показывающими измеренный объем в метрах кубических и его долях, выдают импульсы (при присоединении вычислителя, регистратора или других совместимых устройств). Отличаются они от остальных групп счетчиков тем, что работают при более высоких температурах. Основные технические характеристики крыльчатых счетчиков указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Основные технические характеристики крыльчатых счетчиков

Условное обозначение счетчика	Диаметр условного прохода Ду, мм	Наименьший расход Q_{min} , $m^3/ч$	Порог чувствительности $Q_{ч}$, $m^3/ч$	Наибольший расход Q_{max} , $m^3/ч$	Относительная погрешность не более, %	Масса, кг	Температура окружающего воздуха, °С
ВСХН	15, 20, 25, 32, 40	0,0060	0,0030-0,0300	1,2-20	±5% от Q_{min} до $Q_{ср}$ и ± 2 % от $Q_{ср}$ до Q_{max}	0,5	от +5 до +50
ВСХНд		-0,0600				0,6	
ВСГН		0,0125-0,1600	6,0-10,0	1,2-20		2	
ВСГНд						2,2	
ВСТН						2,5	

Объём воды, измеренный счётчиком, определяют по показаниям роликового и стрелочных указателей. Пять роликов индикаторного устройства с цифрами черного цвета (до запятой) указывают количество измеренной воды в метрах кубических, последующие три ролика после запятой с цифрами красного цвета – десятые, сотые и тысячные доли метров кубических, а стрелочный указатель – десятитысячная доля метров кубических. Пример снятия показаний со счётчика воды показан на рисунке 4.



Рисунок 4 – Счётный механизм счётчика ВСГН-15

На рисунке 4 показан счётный механизм крыльчатого счётчика воды ВСГН-15. Показания стрелочного указателя составляют 2, а роликового индикатора составляют 0,927. Измеренный объем крыльчатого счётчика воды ВСГН-15 равен 0,9272 м³.

Принцип работы счётчика состоит в измерении числа оборотов крыльчатого преобразователя расхода, приводимого во вращение потоком воды через счётчик. Вода через входной патрубок счётчика поступает внутрь корпуса

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

счётчика, приводит во вращение крыльчатый преобразователь расхода и через выходной патрубок попадает в трубопровод. Число оборотов крыльчатого преобразователя расхода пропорционально объёму воды прошедшему через счётчик. Вращение крыльчатого преобразователя расхода через магнитную связь передаётся на счетный механизм, преобразуется в значение измеренного объёма воды и выводится на показывающем устройстве счётчика.

1.6.2 Счётчики воды ООО ПКФ «БЕТАР»

Счетчики с диаметрами условного прохода (Ду) 15, 20 мм предназначены для измерения объема питьевой воды по [28] протекающей по трубопроводу при температуре от +5 до +40 °С для счетчиков холодной воды (СХВ – могут быть использованы только для измерения объема холодной воды) и от +5 до +90 °С для счетчиков горячей воды (СГВ – могут быть использованы для измерения объема как холодной так и горячей воды), при давлении в трубопроводе не более 1,0 МПа.

Счетчики типа СХВ-15Д, СГВ-15Д, СХВ-20Д, СГВ-20Д оснащены автоматизированной системой передачи показаний, имеющих дистанционный выходной сигнал параметров импульсов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры импульсов дистанционного выходного сигнала

Параметр	Числовое значение
цена деления одного импульса, м ³	0,01
ток, мА	от 0,1 до 50
напряжение, В	от 0,5 до 18

Так же типы счетчиков перечисленные выше, и в том числе счётчики типов СХВ-15, СГВ-15Д, СХВ-20Д, СГВ-20 изготовлены в антимагнитном исполнении и устойчивы к воздействию внешнего магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом с напряженностью до 140 кА/м. Основные технические характеристики счетчиков приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Основные технические характеристики счетчиков

Условное обозначение счетчика	Диаметр условного прохода Ду, мм	Наименьший расход Q_{min} , м ³ /ч	Порог чувствительности $Q_{ч}$, м ³ /ч	Наибольший расход Q_{max} , м ³ /ч	Относительная погрешность не более, %	Масса, кг	Температура окружающего воздуха, °С
СХВ-15Д, СГВ-15Д, СХВ-20Д, СГВ-20Д, СХВ-15, СГВ-15Д, СХВ-20Д, СГВ-20	15	12	0,015	3,0	±5% от Q_{min} до $Q_{ср}$ и ±2% от $Q_{ср}$ до Q_{max}	0,5	от +5 до +50
	20	0,06	0,025	5,0		0,65	

Принцип действия счетчика состоит в измерении числа оборотов крыльчатки, вращающейся под действием протекающей воды. Количество оборотов крыльчатки пропорционально объему протекающей воды. Вращение крыльчатки передается на счетный механизм, обеспечивающий за счет понижающего редуктора возможность снятия показаний объема воды.

Счетный механизм изолирован от проточной части счетчика с помощью латунной крышки и уплотнительного кольца и имеет возможность поворота вокруг своей оси для удобства снятия показаний. Счетный механизм счетчика СГВ-15Д с автоматизированной системой передачи показаний изображен на рисунке 5.

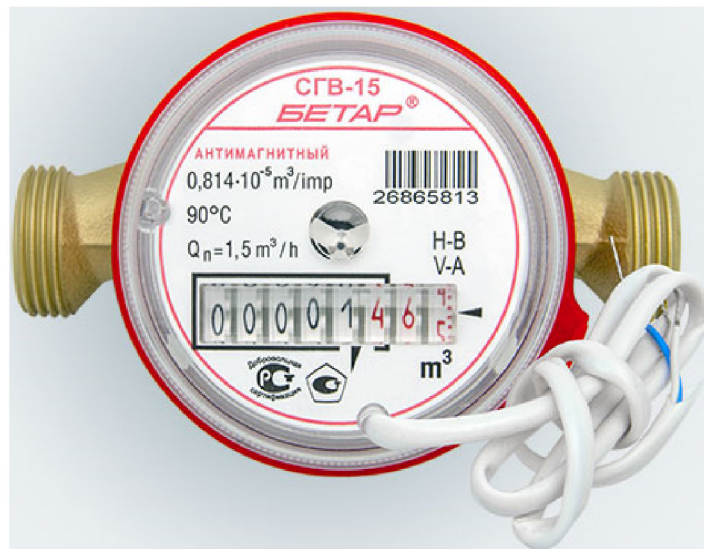


Рисунок 5 – Счетный механизм счетчика СГВ-15Д с автоматизированной системой передачи показаний

Интегратор счетного механизма имеет 8 оцифрованных барабанчиков для указания объема воды:

Первые 5 барабанчиков слева (цифры черные) указывают объем протекающей воды в кубических метрах, последующие 3 барабанчика (цифры красные) соответственно в десятых, сотых, тысячных долях кубического метра. Для дистанционного съема показаний имеется преобразователь с устройством контроля линии телеметрического выхода. Последний барабанчик имеет дополнительные деления для указания десятитысячных долей кубического метра (одно деление соответствует $0,0002 \text{ м}^3$).

Сигнальная звездочка служит для индикации работы счетчика и электронного съема сигналов при поверке.

Индикаторное устройство счетчиков СХВ-15Д, СГВ-15Д, СХВ-20Д, СГВ-20Д имеет дополнительно установленный магнито–управляемый герметизированный контакт, обеспечивающий получение импульсного дистанционного сигнала с ценой $0,01 \text{ м}^3/\text{имп}$. Для передачи показаний по дистанционному выходному сигналу счетчики оснащены автоматизированной системой передачи показаний как по проводной, так и беспроводной связи.

1.6.3 Счётчики WFK2 и WFW2

Счетчики холодной воды WFK2 и горячей воды WFW2 крыльчатые предназначены для измерений объёма холодной питьевой воды по [28] и воды в тепловых сетях по [27] систем теплоснабжения протекающей по трубопроводу в жилых домах, а также в других промышленных зданиях при учетных операциях.

Счетчик воды состоит из корпуса с камерой, в которую установлена крыльчатка с магнитом и счетного механизма.

Счетный механизм установлен на корпус и крепится к нему прозрачной защитной крышкой. Индикаторное устройство – 8 разрядов последовательных цифр, девятый разряд стрелочный.

Основные технические и метрологические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические и метрологические характеристики

Условное обозначение счетчика	Диаметр условного прохода Ду, мм	Наименьший расход Q_{\min} , м ³ /ч	Порог чувствительности $Q_{\text{ч}}$, м ³ /ч	Наибольший расход Q_{\max} , м ³ /ч	Относительная погрешность не более, %	Масса, кг	Температура окружающего воздуха, °С
WFK2 WFW2	15	0,03	0,015	3,0	±5% от Q_{\min} до $Q_{\text{ср}}$ и ±2%	0,5	от +5 до +60
	20	0,05	0,025	5,0	от $Q_{\text{ср}}$ до Q_{\max}	0,7	

Вращение крыльчатки через магнитную муфту передается на счетный механизм. Счетный механизм, имеющий масштабирующий механический редуктор, обеспечивает перевод числа оборотов крыльчатки в объём измеренной воды.

В счетчиках с удаленным считыванием сигнала на одном из колес редуктора установлен магнит, прохождение которого над герконом обеспечивает его замыкание.

При замыкании контактов геркона в цепи протекает ток, фиксируемый внешним счетчиком импульсов.

Электрическая цепь удаленного считывания сигнала выполнена в двух вариантах:

- геркон включен в параллельно-последовательный резистивный делитель (цепь Намур),
- чистые контакты геркона (цепь Геркон).

Счетчики имеют следующее исполнение:

WFK 20, WFW 20 – без удаленного считывания сигнала.

WFK 23, WFW 23 – с удаленным считыванием сигнала, цепь Намур.

WFK 24, WFW 24 – с удаленным считыванием сигнала, цепь Геркон.

Счетчики холодной воды WFK2 с удаленным считыванием сигнала изображен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Счетчики холодной воды WFK2
с удаленным считыванием сигнала

1.6.4 Преимущества и недостатки бытовых счетчиков воды

Бытовые счетчики имеют ряд своих преимуществ и недостатков. Преимущества и недостатки крыльчатых расходомеров следующие:

а) Преимущества:

- длительный срок службы – до 12 лет;
- точность показаний при правильной эксплуатации;
- не требуется источник электропитания;
- простота монтажа;
- широкий ассортимент счетчиков.

б) Недостатки:

- качество воды имеет большое влияние на точность показаний и работоспособность счетчика;
- поверка таких счетчиков затяжной процесс, большинство приборов ее не проходит, поэтому легче заменить их новыми;
- необходимость наличия фильтра трубой очистки;
- воздействие магнитного поля может исказить показания.

1.7 Электромагнитные расходомеры ЭМИР-ПРАМЕР-550

Преобразователи ЭМИР-ПРАМЕР предназначены для преобразования объемного расхода и объема жидких сред в прямом и обратном направлении потока в наполненных трубопроводах в выходной электрический сигнал и трансляции его на внешние устройства (рисунок 7). Принцип действия преобразователей основан на явлении электромагнитной индукции. При прохождении электропроводящей жидкости через импульсное магнитное поле в ней наводится электродвижущая сила (ЭДС), пропорциональная скорости потока, а значит и объемному расходу. ЭДС воспринимается электродами и подается на электронный преобразователь (ЭП), который выполняет ее усиление, обработ-

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

ку и преобразование в импульсный выходной электрический сигнал, частота которого пропорциональна расходу.



Рисунок 7 – ЭМИР-ПРАМЕР-550

Преобразователь изготовлен в виде моноблочного изделия, которое состоит из первичного преобразователя и электронного преобразователя. Первичный преобразователь представляет собой отрезок трубы, выполненный из немагнитной стали, внутренняя поверхность которого покрыта слоем из электроизоляционного материала – фторопласта. Внутри проточной части герметично введены диаметрально противоположно два электрода из нержавеющей стали или титанового сплава [2], которые предназначены для съема сигнала и соединены с ЭП. На внешней стороне трубы диаметрально противоположно друг другу расположены две катушки (защищенные от окружающей среды кожухом) индуктора, предназначенного для создания магнитного поля в потоке измеряемой жидкости. Первичный преобразователь соединяется с трубо-

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

проводом с помощью токопроводов. В корпусе расположена плата ЭП. На плате находится колодка клеммная, предназначенная для подключения источника питания и вторичного прибора.

Параметры контролируемой жидкости и значения расходов указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Основные технические характеристики крыльчатых счетчиков

Условное обозначение счетчика ЭМИР-ПРАМЕР-550	Диаметр условного прохода Ду, мм	Наименьший расход Q_{\min} , м ³ /ч	Порог чувствительности $Q_{\text{ч}}$, м ³ /ч	Наибольший расход Q_{\max} , м ³ /ч	Относительная погрешность не более, %	Масса, кг
15	15	0,06-0,006	Не более $Q_{\max}/1000$	6	±5% от Q_{\min} до $Q_{\text{ср}}$ и ±2% от $Q_{\text{ср}}$ до Q_{\max}	4
25	25	0,16-0,016		16		5,5
32	32	0,25-0,025		25		6,5
40	40	0,4-0,040		40		7,5
100	100	2,5-0,250		250		24
150	150	6,0-0,600		600		30

Определение значений расхода производится с помощью вторичного прибора, регистрирующего выходной сигнал преобразователя, либо специализированного прибора, обеспечивающего измерение и преобразование сигнала по заданному алгоритму (вычислитель расходомера–счетчика, вычислитель теплосчетчика и т.п.).

Преимущества и недостатки электромагнитных расходомеров следующие:

а) Преимущества:

- длительный срок службы до 12 лет;
- широкий диапазон измерения при высокой точности;
- длительный срок эксплуатации до 12 лет;
- способность отображать мгновенный расход;
- архив для сохранения данных о потреблении воды;
- отсутствие подвижных частей, способных внезапно выйти из строя.

б) Недостатки:

- чувствительны к свойствам воды, загрязняющим осадкам, что отражается на точности показаний;
- требуют наличия источника питания;
- сложность установки.

1.8 Счетчик-расходомер массовый «ЭМИС-МАСС 260»

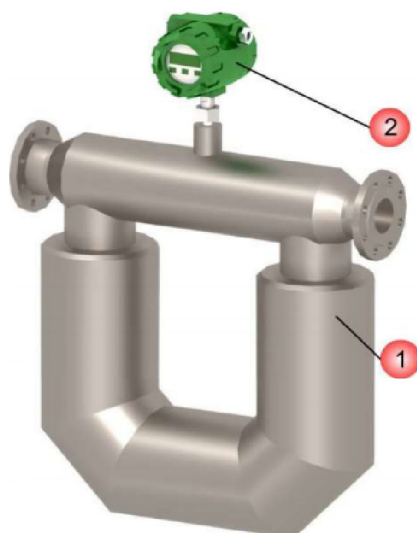
Расходомер предназначен для измерения массового и объемного расхода, плотности, массы и объема жидкостей и газов, и использования полученной информации для технологических целей и учетно-расчетных операций. Счетчик-расходомер массовый «ЭМИС-МАСС 260», изображен на рисунке 8.

Расходомер применяется в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами в различных отраслях промышленности, в стационарных технологических установках, наземных подвижных средствах заправки и перекачки, в системах коммерческого учета.



Рисунок 8 – Счетчик–расходомер массовый «ЭМИС-МАСС 260»

Электронный преобразователь может быть смонтирован в едином конструктиве с датчиком (интегральное исполнение расходомера) или располагаться отдельно от него (дистанционное исполнение расходомера). Расходомер состоит из следующих основных узлов, в соответствии с рисунком 9.



1– датчик (первичный преобразователь); 2– электронный преобразователь.

Рисунок 9 – Основные узлы расходомера

Датчик представляет собой измерительную камеру с подводящим и отводящим патрубками и фланцами для монтажа на трубопровод. В измерительной камере параллельно расположены две U-образные расходомерные трубки, которые приводятся в колебательное движение при помощи электромагнитной катушки и магнита. На расходомерных трубках установлены электромагнитные катушки с магнитами, называемые детекторами.

При движении измеряемой среды через измерительную камеру проявляется физическое явление, известное как эффект Кориолиса (рисунок 10). Поступательное движение среды в колеблющейся расходомерной трубке приводит к возникновению кориолисового ускорения, которое, в свою очередь, приводит к появлению кориолисовой силы. Эта сила направлена против движения трубки, приданного ей задающей катушкой, т.е. когда трубка движется вверх во время половины ее собственного цикла, то для жидкости, поступающей

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

внутри, сила Кориолиса направлена вниз. Как только жидкость проходит изгиб трубки, направление силы меняется на противоположное. Таким образом, во входной половине трубки сила, действующая со стороны жидкости, препятствует смещению трубки, а в выходной способствует. Это приводит к закручиванию трубки. Когда трубка движется вниз во время второй половины цикла колебания, она закручивается в противоположную сторону.

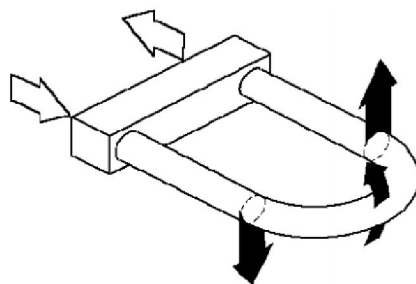


Рисунок 10 – Силы, действующие на трубу при ее движении вверх

Сила Кориолиса и величина изгиба расходомерной трубки прямопропорциональны массовому расходу жидкости. Детекторы измеряют фазовый сдвиг при движении противоположных сторон расходомерных трубок, в результате чего на детекторах генерируются сигналы, не совпадающие по фазе.

Преимущества и недостатки кориолисовых расходомеров следующие:

а) Преимущества:

- могут измерять массовый расход и плотность жидкости и газов;
- на показания не влияют давление, температура, вязкость измеряемой среды;
- не требуют повторных подстроек и калибровок под каждый конкретный тип жидкой среды.

б) Недостатки:

- высокая стоимость.

1.9 Государственная поверочная схема

1.9.1 Государственный первичный эталон объемного расхода жидкости

Поверочная схема для средств измерений – это иерархическая структура, устанавливающая соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от исходного эталона рабочим средствам измерений (с указанием методов и погрешности при передаче), утверждаемая в установленном порядке в качестве нормативного документа [4].

Государственные поверочные схемы распространяются на все средства измерений соответствующих величин, имеющихся в стране, и утверждённые в качестве нормативного документа.

В Российской Федерации, в качестве государственной поверочной схемы для средств объемного расхода жидкости действует [6]. Данный стандарт устанавливает порядок воспроизведения и хранения единиц массового и объемного расхода (массы и объема) протекающей жидкости в диапазоне от 2,5 до 500 т/ч и от 2,5 до 15000 м³/ч, от государственного первичного эталона с помощью вторичных и рабочих эталонов рабочим средствам измерений средств измерений объема и массы жидкости с указанием погрешностей и основных методов поверки в соответствии с [8].

Государственный первичный эталон единицы массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости хранится в ФГУП «ВНИИР» и имеет номер в реестре [15].

Первичный эталон состоит из комплекса средств измерений, которые включают в себя:

- аппаратуру для измерений количества жидкости в единицах объема;
- аппаратуру для измерений интервала усреднения;
- быстродействующий переключатель потока;
- напорную систему (система подачи и стабилизации потока);

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

- устройство регулирования расхода;
- систему хранения рабочей среды;
- испытательный трубопровод с запорной арматурой;
- пульт управления.

Диапазон усредненных значений объемного расхода жидкости, воспроизводимых эталоном, составляет 0,01–0,065 м³/с.

Не исключенная систематическая погрешность государственного первичного эталона обеспечивает воспроизведение единицы объемного расхода жидкости не превышающей $1,8 \times 10^{-4}$ и средним квадратическим отклонением результата измерений не превышающей $0,8 \times 10^{-4}$.

В состав государственного первичного эталона входит вторичный эталон. В качестве вторичных эталонов используют поверочные установки с весовыми устройствами (ВУ). Во вторичный эталон входят рабочие эталоны 1–го и 2–го разряда. В качестве первых используют: поверочные установки с набором эталонных расходомеров (НЭР), поверочные установки с ВУ, передвижные поверочные установки с НЭР. В виде вторых применяют поверочные установки с НЭР, в пределах допускаемых относительных погрешностей от $\pm 0,1\%$ до $\pm 0,5\%$. А в эталоны 1–го и 2–го разрядов входят рабочие средства измерения, которые включают в себя пределами допускаемых относительных погрешностей от $\pm 0,05\%$ до $\pm 5\%$ и автоматизированные (автоматические) системы налива (АСН) с пределами допускаемых относительных погрешностей от $\pm 0,15\%$ до $\pm 0,5\%$.

Государственная поверочная схема по [8], для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) протекающей жидкости в диапазоне от 2,5 до 500 т/ч (м³/ч) приложена в приложении А.

1.9.2 Установки поверочные автоматизированные УПРС

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Установки поверочные автоматизированные УПРС – предназначены для воспроизведения и измерения объемного расхода, объема, массового расхода и массы жидкости, , для поверки водосчетчиков.

Установка поверочная автоматизированная УПРС – включает в себя следующие средства измерения (СИ):

- расходомеры для измерения объемного расхода и объема жидкости;
- тензодатчики для измерения массы весового устройства (ВУ);
- термометры сопротивления ТСП;
- датчики давления МИДА состоят из следующих частей: системы хранения и подготовки рабочей жидкости; устройства подачи рабочей жидкости; трубной обвязки; системы управления.

При работе установки используется сборный резервуар, из которого измеряемая среда забирается насосом (насосами) и через вспомогательные вентили подается в ресивер (гидроаккумулятор), где происходит сглаживание пульсаций потока. По выходу из ресивера поток измеряемой среды проходит через замкнутый гидравлический тракт измерительного участка и при измерении эталонный расходомер-счетчик (ЭРС) поступает непосредственно в резервуар, а при измерении ВУ – через устройство переключения потока (УПП) поступает в весовой бак. Метрологические и технические характеристики представлены в таблице 9.

Общий вид установки поверочной автоматизированной УПРС приведен на рисунке 11.

Места пломбирования в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства показаны на рисунке 12, при этом позиции с индексом А пломбируются способом давления на специальную мастику или путем нанесения специальных наклеек.



Рисунок 11 – Общий вид установки поверочной автоматизированной УПРС

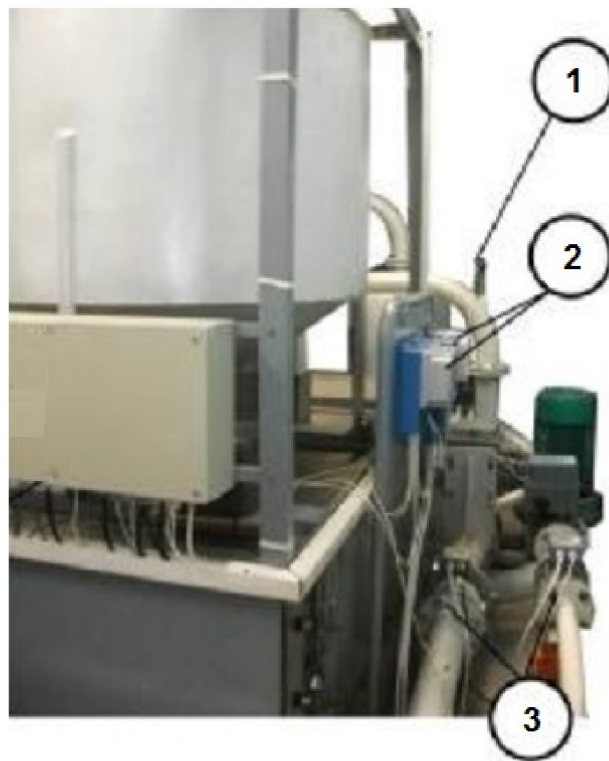


Рисунок 12 – Места пломбирования установки поверочной автоматизированной УПРС

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Средства измерений входящие в состав установки должны быть поверены в соответствии с их нормативными документами на поверку и с межповерочными интервалами, указанными в этих нормативных документах до предъявления установки на поверку. Метрологические и технические характеристики указаны в приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Метрологические и технические характеристики

Диапазон расходов, м ³ /ч	0,01-220
Пределы допускаемой относительной погрешности установки при измерении объема или массы с помощью ЭРС и использованием импульсных (аналоговых) каналов, %	±0,25 (±0,26)
Количество одновременно поверяемых средств измерений, не более, шт.	8
Номинальный диаметр поверяемых средств измерений, мм	Ду 15, 20, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 100
Температура измеряемой среды, °С	25±10
Давление измеряемой среды, не более, МПа	от 0,2 до 0,6
Питание от сети:	(380 ± 38)/(220 ± 22) 50±1
переменного тока, В частотой, Гц	
Потребляемая мощность, кВт, не более	37
Габаритные размеры - длина x ширина x высота, м, не более	8,5x5x4
Масса установки, кг, не более	8000
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	От +15 до +25
– относительная влажность воздуха, %	От 30 до 80
– атмосферное давление, кПа	От 84,0 до 106,7
Средний срок службы не менее	12

Знак утверждения типа наносится на маркировочную табличку установки и на титульный лист руководства по эксплуатации способом принятым на предприятии-изготовителе в соответствии с [25].

1.9.3 Установки поверочные ВПУ-Энерго

Установки поверочные ВПУ-Энерго предназначены для воспроизведения, хранения и передачи единиц массового и объемного расходов, массы и

объема протекающей жидкости.

Установки поверочные ВПУ-Энерго состоят из эталонных средств измерений, накопительного резервуара, системы подготовки, подачи и стабилизации измеряемой среды, измерительного участка, системы управления, сбора и обработки информации.

Принцип действия установок поверочных ВПУ-Энерго основан на воспроизведении массового и объемного расходов, массы и объема протекающей жидкости, создаваемых при помощи насосных агрегатов, гидравлического тракта и вспомогательных устройств установок, и измерении расхода и количества протекающей жидкости эталонными средствами измерений. Поверяемое средство измерений устанавливается в измерительный участок установки, состоящий из зажимного устройства, запорной арматуры, средств измерений давления и температуры. Рабочая жидкость подается насосом из накопительного резервуара в гидравлический тракт рабочего контура установки, проходит через измерительный участок и эталонные расходомеры. Далее, в зависимости от метода измерений, рабочая жидкость направляется обратно в накопительный резервуар или через устройство переключения потока, на весоизмерительное устройство. Система управления, сбора и обработки информации управляет работой установки, в автоматическом режиме собирает, обрабатывает и сравнивает полученные показания поверяемых приборов и эталонного средства измерений.

В качестве эталонных средств измерений в составе установок применяются:

- весоизмерительные устройства на базе весов электронных и весоизмерительных тензорезисторных датчиков;
- расходомеры электромагнитные OPTIFLUX 1000...7000 с конвертерами сигналов;
- расходомеры-счетчики электромагнитные ЭНЕРГИЯ-Э;

- счетчики-расходомеры массовые Micro Motion (различных модификации).

На рисунке 13 показан общий вид установок поверочных ВПУ-Энерго.

Основные метрологические хаактеристики ВПУ-Энерго представлены в таблице 10.



Рисунок 13 – Общий вид установок поверочных ВПУ-Энерго

Таблица – 10 Метрологические и технические характеристики

Диапазон расходов, м ³ /ч		0,01-2000
Пределы допускаемой относительной погрешности установок при применении расходомеров-счетчиков массовых при измерении массы, объема, массового и объемного расходов, %, не более		± 0,09
Пределы допускаемой относительной погрешности установок при измерении объема и объемного расхода в диапазоне расхода, %:		±0,2
Количество одновременно поверяемых средств измерений, не более, шт.		От 1 до 16
Номинальный диаметр поверяемых средств измерений, мм		от DN 4 до DN 600
Температура измеряемой среды, °С		20±5
Давление измеряемой среды, не более ,МПа		от 0,2 до1,0
Питание от сети:	переменного тока, В	380±38/ 220±22
	частотой, Гц	50±1
Потребляемая мощность, КВт, не более		500

Окончание таблицы 10

Габаритные размеры - длина x ширина x высота, мм, не более	5x2x1,5
Масса установки, кг, не более	10000
Условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха, % – атмосферное давление, кПа	20±5 от 30 до 80 от 86 до 107
Средний срок службы не менее	15 лет

Знак утверждения типа наносится на маркировочную табличку, закрепленную на лицевой части панели управления в верхнем правом углу в виде наклейки и в верхней части по центру титульного листа руководства по эксплуатации типографским способом.

1.9.4 Переносные поверочные установки УПРС-П

Установки поверочные переносные УПРС-П предназначены для хранения и передачи единиц объема и объемного расхода протекающей жидкости, для поверки водосчетчиков на месте эксплуатации (на месте эксплуатации без демонтажа). Общий вид установок поверочных переносных УПРС-П изображен на рисунке 14.

Принцип работы установок поверочных переносных УПРС-П основан на измерении объема и объемного расхода протекающей жидкости с помощью первичного преобразователя расхода, включенного в единую систему с поверяемым средством измерения.

Конструктивно установки поверочные переносные УПРС-П выполнены в переносном пластмассовом корпусе. Подключение выполняется с помощью гибких шлангов и быстросъемных соединений. Слив прошедшей жидкости осуществляется с помощью шланга в канализацию либо в накопительный бак.



Рисунок 14 – Общий вид установок поверочных переносных УПРС-П

Контроль измерения установленного расхода и прошедшего объема воды переносных поверочных установок УПРС-П осуществляется в результате дистанционного управления до 50 м , по показаниям на экране планшетного персонального компьютера (ПК).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-27.03.01-08-18

Лист

45

После проведения процедуры поверки имеется возможность формирования шаблона протокола поверки соответствующего требованиям [10] и системе менеджмента качества [9], который сохраняется в памяти персонального компьютера.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке установок поверочных переносных УПРС-П, а так же нанесением знака поверки на специальную мастику, расположенную в чашечке винта крепления на лицевой части передней панели. Место пломбирования установок поверочных переносных УПРС-П приведено на рисунке 15.



Рисунок 15 – Место нанесения знака поверки на установки поверочные переносные УПРС-П

Программное обеспечение установок поверочных переносных УПРС-П автономное. Функции программного обеспечения: обмен данных, выполнения математической обработки результатов, хранения информации, управления и визуального отображения данных. Программное обеспечение не влияет на метрологические характеристики установок поверочных переносных УПРС-П. Метрологические и технические характеристики приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Метрологические и технические характеристики

Диапазон расходов, м ³ /ч	0,01-15
Пределы допускаемой относительной погрешности установок при измерении объема и объемного расхода в диапазоне расхода, %:	от ±0,33 до ±1,0
Количество одновременно поверяемых средств измерений, не более, шт.	1
Номинальный диаметр поверяемых средств измерений	от DN4 до DN32
Температура измеряемой среды, °С	от 5 до 90
Давление измеряемой среды, МПа, не более	0,6
Питание от сети:	переменного тока, В постоянного тока, В частотой, Гц
	220±22 от 6 до 24 50±0,2
Потребляемая мощность, Вт, не более	15
Габаритные размеры – длина x ширина x высота, мм, не более	430x350x210
Масса установки, кг, не более	10
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от +10 до +40
– относительная влажность воздуха, %	от 30 до 90
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 107
Средний срок службы не менее	10 лет

Знак утверждения типа наносится на маркировочную табличку, закрепленную на лицевой части передней панели в виде наклейки и на титульных листах руководства по эксплуатации типографским способом.

Поверка осуществляется по документу утвержденному ФГУП «ВНИИР», МП 0393–1–2016 «Инструкция. ГСИ. Установки поверочные переносные УПРС-П. Методика поверки».

1.9.5 Стационарные поверочные расходомерные установки «СПРУТ-100М»

Стационарные поверочные расходомерные установки (СПРУ) «СПРУТ-100 М» [16] применяются для создания и измерения объемного расхода, измерения объема, измерения токовых или частотных (импульсных) сигналов при градуировке и поверке водосчетчиков, расходомеров, счетчиков-расходомеров и преобразователей расхода различного типа. Технические и метрологические характеристики СПРУ «СПРУТ-100 М» представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические и метрологические характеристики СПРУ «СПРУТ-100 М»

Диапазон расходов, м ³ /ч	при использовании ЭПР	от 0,03 до 160
	при использовании ОМВ	от 0,03 до 30
Нестабильность воспроизведения установленного расхода, не более, %		±0,15
Диапазон измерения частотных (импульсных) сигналов, Гц		от 0 до 400
Диапазон измерения токовых сигналов, мА		от 0 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества жидкости, %	с использованием ОМВ	±0,05
	с использованием ЭПР	±0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода, %	с использованием ОМВ	±0,1
	с использованием ЭПР	±0,15
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %		±0,02
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений тока, мА		±0,005
Давление в трубопроводе, не более, МПа		0,6
Вместимость образцовых мер вместимости, дм ³ :	Номинальная	10, 50 и 200
	Максимальная	7, 55 и 215
Температура рабочей среды, °С.		20±10
Диаметры условных проходов испытываемых приборов, мм		15 – 100
Количество одновременно поверяемых расходомеров-счетчиков (в зависимости от типоразмера), шт.	при длине требуемых прямых участков 5 Ду до и 1 Ду после поверяемого прибора	4 – 16
	при длине требуемых прямых участков 10 Ду до и 2 Ду после поверяемого прибора	2 – 8
Габаритные размеры – длина x ширина x высота (без учета системы создания расхода), не более, м		5x4x4
Количество обслуживающего персонала, чел		1

Окончание таблицы 12

Питание от сети переменного тока:	напряжением, В	380/220 (+10/-15)%
	частотой, Гц	50±0,2
Потребляемая мощность, не более, кВт		50
Условия эксплуатации:		
Температура окружающего воздуха, °С		20±5
Атмосферное давление, кПа		84 - 106,7
Относительная влажность, %		30 ... 80
Средний срок службы – не менее		10 лет

СПРУ «СПРУТ–100 М», представленные на структурной схеме рисунка 16, состоят из следующих узлов:

- насосного узла (НУ);
- рабочего стола (РС);
- блока эталонных преобразователей расхода (БЭПР и ЭПР);
- перекидного устройства (ПУ);
- образцовых мер вместимости (ОМВ);
- измерительной системы (ИС);
- системы управления (СУ);
- персонального компьютера с программным обеспечением (ПК).

НУ состоит из насоса и магнитно-механического фильтра. Насос служит для создания расхода в диапазоне от 0 до 160 м³/ч. НУ подключаются к трубопроводу через вибровставку. Для регулировки и поддержания необходимого давления в системе, а также для снижения пусковых токов, насос подключается к питающей сети через частотный преобразователь, в обратной связи которого устанавливаются преобразователь давления. Ресивер служит для сглаживания пульсаций в системе и устанавливается на входе в рабочий стол.

РС предназначен для установки в контур испытываемых приборов. РС оборудован пневматическим зажимом, обеспечивающим уплотнение испытываемых приборов и приемным лотком, служащим для приема воды при раскрытии пневматического зажима.

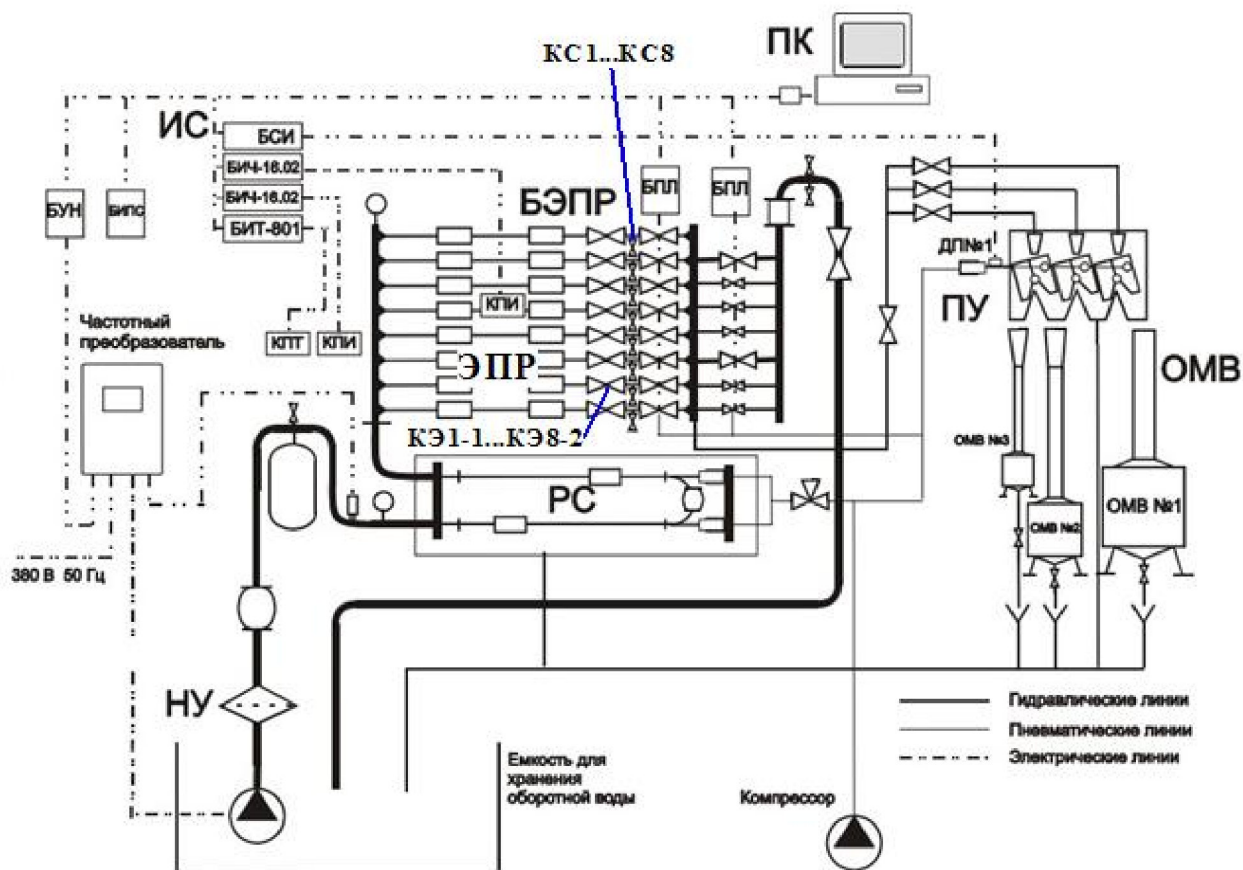


Рисунок 16 – Структурная схема СПРУТ-100

БЭПР служит для измерения объема, прошедшего через испытуемые приборы за интервал измерения. И для измерения среднего за интервал измерения объемного расхода. БЭПР состоит из 8-ми параллельно включенных измерительных линий, каждая из которых состоит из 2-х последовательно включенных эталонных преобразователей расхода (ЭПР). Каждая измерительная линия перекрывается 2-мя кранами. Для обеспечения контроля утечек, между шаровыми кранами установлены отводы к кранам КС1-КС8 (видимый разрыв).

ПУ предназначено для переключения потока воды между ОМВ и обратным трубопроводом при измерениях с их использованием ОМВ. Переключение обеспечивается пневмоцилиндром, управляемым ручным пневмокраном. На ПУ установлен датчик переключения (ДП №1), формирующий сигнал синхронизации при переключении потока воды.

ОМВ используются для градуировки и поверки ЭПР статическим объемным методом.

ИС служит для согласованного измерения объема (расхода) воды с использованием БЭПР либо ОМВ и выходных сигналов испытываемых приборов (частоты, количества импульсов, тока). ИС состоит из:

- блока синхронизации измерений БСИ;
- двух 16-ти канальных блоков измерения частоты и количества импульсов (БИЧ-16.02);
- восьми канального блока измерения токовых сигналов (БИТ-8);
- клеммной платы подключения эталонных преобразователей расхода;
- комплекта соединительных кабелей;
- блока измерения параметров среды (БИПС).

Для связи с ПК, устройства, входящие в состав системы имеют интерфейс RS-485. Для подключения испытываемых приборов с частотным (импульсным) выходом служит клеммная плата (КПИ), для подключения испытываемых приборов с токовым выходом – клеммная плата (КПТ).

ПК служит для управления процессом измерения, обработки результатов измерений, печати протоколов, а также для градуировки испытываемых приборов. Для связи ПК с блоками ИС, предоставлен адаптер интерфейса RS485. Вид устройства «СПРУТ-100» приведен на рисунке 17.

Наиболее часто производится поверка испытываемых приборов не имеющих электрических выходов. Поэтому производится она одним оператором и в следующей последовательности:

- 1) установить испытываемые приборы на рабочий стол при помощи проставок комплекта сменных частей. При установке приборов с резьбовыми соединениями использовать центрирующие кронштейны;
- 2) произвести пуск установки, включить ПК и блоки измерительной системы. Запустить программу «Поверка ВДСЧ»;
- 3) нажать кнопку «Номера и типы», ввести типы испытываемых приборов

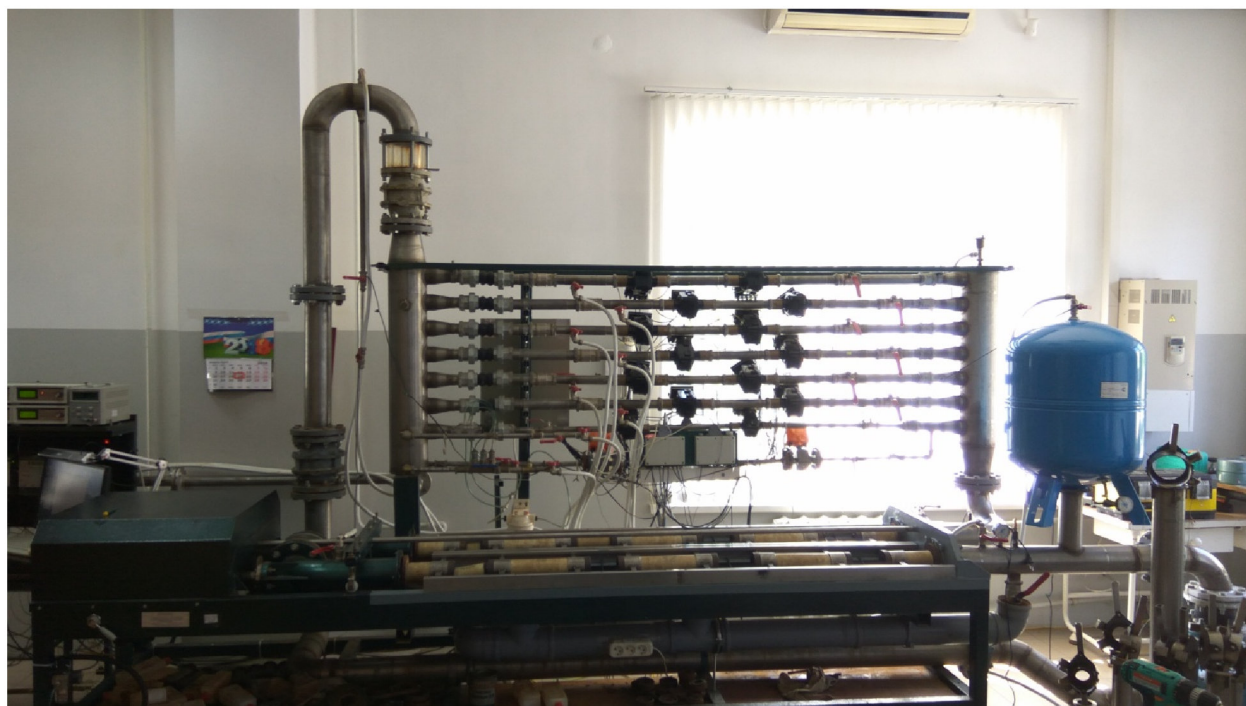


Рисунок 17 – Установка «СПРУТ-100»

и их серийные номера, отметить галочкой используемые каналы. Нажать кнопку «Ввод»;

4) установить в окне «Используемый эталон» средство, по которому будет определяться эталонный (образцовый) объем и нажать кнопку «Настройка расхода», установить расход, при котором будут производиться измерения. По окончании процедуры настройки закрыть окно «Настройка расхода»;

5) закрыв кран KB1, проконтролировать состояние блоков измерительной системы. В том случае, если индикатор «Режим» блока синхронизации измерений (БСИ) находится в светящемся состоянии – нажатием кнопки «Старт/Стоп» на панели БСИ перевести систему в режим «Ожидание»;

6) ввести начальные показания испытываемых приборов в поля «Начальные показания» и открыв кран KB1, выдержать необходимый интервал времени, закрыть кран;

7) нажать кнопку «Измерение». Ввести конечные показания. Результаты измерений будут индицироваться в главном окне программы;

8) распечатать протоколы поверки.

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

2 Поверка счетчиков воды в метрологической службе

Организационная деятельность государственных региональных центров метрологии основывается на законодательстве Российской Федерации (РФ) об ОЕИ. [18]. Законодательством РФ об аккредитации и правительством РФ устанавливается перечень средств измерений, поверка которых осуществляется только аккредитованными государственными региональными центрами метрологии. Государственными региональными центрами метрологии создаются метрологические службы (МС) в целях организации деятельности по ОЕИ.

МС – это служба организующая и выполняющая работы по оказанию услуг в области ОЕИ юридическим лицом, объединением юридических лиц, либо объединением юридическим лицом работников, или индивидуальных предприниматель.

МС Федерального бюджетного учреждения «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Мордовия» (ФБУ «Мордовский ЦСМ») проводит поверку средств измерений (СИ) в соответствии с установленной областью аккредитации, с использованием официально утверждённых методик и процедур, предусматривающих способы оценки погрешностей, а также в случае необходимости, и статические методы анализа данных, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений.

В структуру метрологической службы ФБУ «Мордовский ЦСМ» входят:

- 1) группа приема, учета и хранения средств измерений (планово-экономический отдел);
- 2) лаборатория поверки средств измерений теплотехнических и физико-химических величин, которая в свою очередь делится на:
 - измерениям физико-химического состава и свойств веществ;
 - оптическим и оптико-физическим измерениям;

- средства измерения медицинского назначения;
- температурным и теплофизическим измерениям;
- измерениям параметров потока, расхода, уровня, объема веществ;
- измерениям параметров давления и вакуума;

3) лаборатория поверки средств измерений электрических, радиотехнических и радиоэлектронных величин, которая в свою очередь делится на:

- поверке средств измерений электрических и магнитных величин;
- поверке радиотехнических и радиоэлектронных величин;
- поверке и калибровка средств измерений времени и частоты;
- поверке средств измерений медицинского назначения;

4) лаборатория поверки средств измерений геометрических, механических и оптико-физических величин, которая в свою очередь делится на:

- механическим величинам;
- параметрам потока, расхода, уровня, объема веществ;
- геометрическим величинам;
- оптическим и оптико-физическим измерениям, средствам измерения световых величин непрерывного и импульсного излучений, СИ непрерывным излучением, градуированным по силе света;

5) лаборатория ремонта и юстировки средств измерений механических величин;

6) лаборатория ремонта и юстировки средств измерений электрических, радиотехнических и радиоэлектронных величин.

Метрологическая служба имеет все необходимые инструкции по использованию поверочного оборудования и обращению с объектами, которые подлежат поверке. Они включают в себя порядок обращения, транспортировки и хранения средств измерений, которые подлежат поверке.

Внедрением новых методик поверки руководит начальник лаборатории поверки средств измерений. Для внедрения необходимо провести специаль-

ный анализ, который будет включать в себя: наличие необходимых ресурсов для поверки, возможность создания необходимых условий производственной среды, необходимость обучения персонала, практической реализации методик поверки и т.д.

Инструкции, стандарты и руководства, которые относятся к работе МС по поверке средств измерений, плавно вводятся и доступны для работников.

Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки, свидетельством о поверке, записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки. Конструкция средства измерений должна обеспечивать возможность нанесения знака поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации средства измерений не позволяют нанести знак поверки непосредственно на средство измерений, он наносится на свидетельство о поверке или в паспорт.

2.1 Оценка погрешностей измерений

МС применяет методики оценки характеристик погрешности результатов измерений, установленных в соответствующем документе на метод поверки СИ [12].

2.2 Прослеживаемость измерений

Метрологическая служба имеет график поверки собственных средств измерений. Все средства измерений, используемые для поверки СИ, в том числе средства вспомогательных измерений, влияющие на точность и достоверность результатов, проходят периодическую поверку силами МС с привлечением, при необходимости, других метрологических институтов и служб [14].

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

В подразделениях, где происходит поверка средств измерений, действует порядок поверки средств измерений, чтобы обеспечивать прослеживаемость результатов измерений к Международной системе единиц СИ.

Метрологическая служба устанавливает связь своих эталонов и средств измерений с первичными эталонами с помощью государственных поверочных схем. Если поверка происходит в другой организации, то должна провериться его компетентность в той или иной области. Свидетельства о поверке, которые выдаются другими организациями, содержат заключение о соответствии СИ установленным метрологическим требованиям, результаты измерения и оценки погрешности.

2.3 Поверка средств измерений

Поверка средств измерений в ФБУ «Мордовский ЦСМ» выполняется преимущественно на стационарном оборудовании.

Сотрудник группы учёта и хранения СИ проводит внешний осмотр прибора на наличие повреждений, целостность конструкций и т.д., проверяет при необходимости наличие технической документации, свидетельство о предыдущей поверке, после чего СИ регистрируется в специальной программе.

Если сдаваемое на поверку СИ не имеет заводского номера, то сотрудник группы учёта и хранения средств измерений должен выдать заказчику самоклеящиеся бирки, содержащие 6-ти значный номер. Заказчик обязан нанести данные бирки на корпус средства измерений. После чего происходит регистрация номеров бирок.

Перед началом поверки необходимо провести контроль условий проведения поверки.

Поверка осуществляется в соответствии предусмотренной методики поверки на определенный тип СИ.

Результаты поверки оформляются протоколом поверки.

Порядковый номер протокола поверки присваивается с начала календарного года, начинается с 1, и через дробь указывается табельный номер поверителя, которые проводил поверку СИ.

Если ведение протокола не предусмотрено, то результаты поверки регистрируются в технических записях и в журнале регистрации поверочных работ. Ведение журнала обычно осуществляется в электронном виде.

Результатом поверки является подтверждение признания СИ пригодным или непригодным к применению.

Если средство измерений признано пригодным, то на него или техническую документацию наносится специальное поверительное клеймо и/или выдаётся «Свидетельство о поверки».

Поверительные клейма в виде наклейки, которые наносятся на само СИ, должны содержать дату поверки. Для предотвращения доступа к узлам регулировки или элементам конструкции СИ, на средства измерений устанавливаются пломбы, при наличии у средства измерений таких мест пломбирования.

«Свидетельство о поверке» оформляется поверителем, который непосредственно проводил поверку. «Свидетельство о поверке» регистрируется в журнале с присвоением индивидуального номера.

Присвоение порядкового номера «Свидетельства о поверке» происходит с начала календарного года, начиная с 1, и через дробь указывается код подразделения.

Свидетельство о поверке подписывается специалистом, который проводит поверку и начальником подразделения.

Если по результатам поверки СИ признаётся негодным, то поверительное клеймо гасится, Свидетельство о поверке аннулируется и выдаётся «Извещение о непригодности к применению», которое также регистрируется

специальном журнале. Типовое извещение о непригодности изображено на рисунке 18.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ
И ИСПЫТАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ»
(ФБУ «Мордовский ЦСМ»)
Регистрационный номер аттестата аккредитации _____

ИЗВЕЩЕНИЕ
о непригодности к применению
№ _____

Средство измерений (эталон):

наименование, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

серия и номер знака предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер _____

поверено в соответствии с _____

наименование документа, на основании которого выполнена поверка

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано (признан) не соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Причины непригодности: _____

Начальник лаборатории _____
должность руководителя подразделения _____

_____ подпись _____

_____ инициалы, фамилия _____

М.П.

Поверитель _____

_____ подпись _____

_____ инициалы, фамилия _____

ДДММ.ГГГГ

дата

поверки

Рисунок 18 – Типовое извещение о непригодности

На непригодные средства измерений, признанные по результатам поверки, наносится специальная пометка красного цвета.

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

2.4 Отчёт о результатах

Результаты поверки СИ оформляются протоколами и/или свидетельствами о поверке, в которых эти результаты сообщаются точно, чётко, недвусмысленно и объективно [10].

В каждой поверочной лаборатории ведётся свой журнал записей результатов поверки СИ.

Промежуточные результаты заносятся в первичные технические записи. С использованием таких записей, сотрудник, который проводил поверку, оформляет конечные технические записи, после чего первичные технические записи уничтожаются.

Окончательные технические записи обычно ведут в виде журналов. Если протокол поверки оформляется одновременно с проведением поверки, то в этом случае допускается не оформлять окончательные технические записи. Сотрудник, который проводил поверку, с помощью технических записей осуществляет оформление результата поверки.

Журналы записей окончательных результатов поверки должны содержать следующую информацию – это наименование заказчика, дату проведения поверки, однозначную идентификацию поверяемого СИ, результаты поверки и заключение по результатам поверки.

2.5 Протоколы поверки

Протоколы поверки содержат такую информацию, которая предусмотрена методикой поверки, изложенной в ГОСТ, ГОСТ Р, МИ, ПР, РД, а также в разделах «Методика поверки» эксплуатационных документах на конкретное СИ. Типовая форма протокола поверки на СИ изображена рисунке 19.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

- фамилию, инициалы и подпись поверителя, который проводил поверку.

2.6 Свидетельства о поверки

Форма свидетельства о поверке должна соответствовать требованиям приказа Министерства промышленности и торговли (Минпромторга) РФ №1815 от 02.07.2015 г. [23].

В случае утраты свидетельства о поверки на средство измерений, заказчик может получить дубликат, оформляемый по форме свидетельства о поверке, в одном экземпляре с пометкой «Дубликат». Типовая форма свидетельства о поверки изображена на рисунке 20.

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Мордовия»
(ФБУ «Мордовский ЦСМ»)

Регистрационный номер аттестата аккредитации _____

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ
№ _____ / Действительно до _____

Средство измерений _____
наименование

_____ тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

_____ (если в состав эталона входят несколько автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

_____ серия и номер знака предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) _____

поверено _____ в соответствии с описанием типа

_____ наименование величин, диапазонов, на которых поверено средство измерений (если предусмотрено методикой поверки)

поверено в соответствии с _____ наименование документа, на основании которого выполнена поверка

поверки. _____

с применением эталонов _____

_____ наименование, тип, заводской номер, регистрационный номер (при наличии), разряд, класс или погрешность эталона, применяемого при поверке

при следующих значениях влияющих факторов: _____

_____ приводит перечень влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки _____

Начальник лаборатории _____
Должность руководителя подразделения Подпись Инициалы, фамилия

Поверитель _____
Подпись Инициалы, фамилия

Дата поверки _____

Рисунок 20 – Типовая форма свидетельства о поверки

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

3 Экспериментальная часть

3.1 Поверка водомеров в ФБУ «Мордовский ЦСМ»

ФБУ «Мордовский ЦСМ» является некоммерческой организацией, созданной для выполнения работ и/или оказания услуг в целях обеспечения реализации предусмотренных законодательством РФ функций Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) в сферах технического регулирования и обеспечения единства измерений в Республике Мордовия [22].

В ФБУ «Мордовский ЦСМ» проводят периодическую поверку водомеров преимущественно с Ду>20 на СПРУ «СПРУТ-100 М», электромагнитными преобразователями расхода МастерФлоу. С Ду 10 до 20 проводят поверку на установках, которые применяются при поверки счётчиков воды на месте эксплуатации без демонтажа.

Поверка осуществляется с использованием переносных поверочных установок УПСЖ-15.2/15.2, ВПУ-Энерго М, УПСЖ-3ПМ, ОПУС-01, где предварительно установленное СИ осматривается на отсутствие повреждений, а уже потом происходит поверка счетчика. После проведения поверки поверитель формирует протокол поверки и на основании полученных результатов оформляет свидетельство о поверке. В свидетельстве указывается срок очередной поверки, который заверяется личным клеймом поверителя, и счетчик пломбируется.

Поверка происходит в лаборатории поверки средств измерений теплотехнических и физико-химических величин, в комнате №104.

Самыми распространёнными типами водомеров, которые поступают на периодическую поверку в ФБУ «Мордовский ЦСМ», являются: ВСХН 32, СГВ-15 (Бетар), ЭМИР-ПРАМЕР-550, WFK2-15, Взлет ЭР 32 и Взлет ЭР 80, ВСКМ-90, ВЭПС.

					БР-02069964-27.03.01-08-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62



Рисунок 21 – Блок эталонных преобразователей расхода



Рисунок 22 – Образцовые меры вместимости

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-27.03.01-08-18

Лист

63

При выполнении экспериментальной части, было принято участие в проведении поверки таких водомеров, как: СГВ-15(Бетар), WFK2–15, ВСКМ-90.

При поверке этих водомеров, методиками поверки предусмотрено два измерения объема (расхода) воды с использованием блока эталонных преобразователей расхода (БЭПР) изображенного на рисунке 21, либо образцовых мерх вместимости (ОМВ) изображенного на рисунке 22.

Поверка объема (расхода) воды на базе ФБУ «Мордовский ЦСМ» проводится с использованием ЭПР МастерФлоу, на СПРУ «СПРУТ-100 М».

3.2 МастерФлоу преобразователи расхода электромагнитный

При периодической поверки водомеров в ФБУ «Мордовский ЦСМ» используются преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу.

Преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу применяются для преобразования расхода (объема) холодной или горячей воды, а также других жидкостей, в выходные электрические сигналы: импульсный, частотный или токовый. Областью применения МастерФлоу является измерение расхода и учет потребления количества жидкости в наполненных напорных трубопроводах систем водоснабжения, с содержанием воздуха или взвешенных частиц не более 1%. Преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу изображены на рисунке 23.

Преобразователи используются в качестве первичного прибора в автоматизированных системах сбора данных, контроля и поверки приборов.

МастерФлоу преобразуют прошедший объем жидкости, в пропорциональное ему количество импульсов на импульсном выходе, с нормированной ценой.



Рисунок 23 – Преобразователи расхода электромагнитные МастерФлоу

Метрологические характеристики ЭПР МастерФлоу, которые используются при поверке водомеров СГВ-15 (Бетар), WFK2-15, ВСКМ-90, приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Метрологические характеристики ЭПР МастерФлоу, которые используются при поверке водомеров СГВ-15 (Бетар), WFK2-15, ВСКМ-90

Метрологические характеристики	Диапазон расходов		
	от $g_{мин}$ до $g_{п1}$	от $g_{п1}$ до $g_{п2}$	от $g_{п2}$ до $g_{макс}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений расхода (ЖКИ, RS-232, RS-485), %	± 4	$\pm 2,5$	$\pm 1,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема (ЖКИ, RS-232, RS-485) %	± 3	± 2	± 1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений интервалов времени, для преобразователей исполнений «И1,И2»%	$\pm 0,001$		

3.3 Операции поверки

ФБУ «Мордовский ЦСМ» выполняет периодическую поверку водометров с помощью СПРУ «СПРУТ-100 М».

Операции поверки для СГВ-15 (Бетар), WFK2-15, ВСКМ-90 идентичны.

При проведении периодической поверки водомера осуществляются следующие операции поверки:

- внешний осмотр (визуально определяют возможность считывания показаний счетчика, проверяют целостность счетного механизма счетчика, отсутствие механических повреждений на корпусе счетчика, соответствие комплектности счетчика описанию типа, наличие знака утверждения типа на счетчике в установленном месте);
- опробование (включает проверку герметичности счетчика, проверку герметичности соединений, проверку порога чувствительности счетчика);
- определение метрологических характеристик.

3.4 Средства поверки

При проведении периодической поверки в ФБУ «Мордовский ЦСМ» применяются следующие средства, указанные в таблице 14.

Таблица 14 – Средства поверки

Наименование	Единица измерения или метрологическая характеристика
Рабочий эталон единиц объемного расхода и объема жидкости (воды) 2 разряда	Диапазон значений от порога чувствительности до 1,1 от номинального расхода поверяемого счетчика с соотношением пределов допускаемой относительной погрешности эталона к пределам допускаемой относительной погрешности поверяемого счетчика не менее 1/3
Измеритель влажности	от 30 % до 80 % предел допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности $\pm 3 \%$
Измеритель температуры	от $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ предел допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$

Окончание таблицы 14

Измеритель окружающего воздуха и атмосферного давления	от 84 до 106 кПа с предел допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа;
гидравлический пресс	статическое давление до 2 МПа (20 кгс/см ²)
показывающий манометр	класс точности 1 диапазон измерения давления 0–2,5 МПа (0–25 кгс/см ²)
секундомер	класс точности 3

При периодической поверке (с демонтажем) счетчиков необходимо руководствоваться номинальным диаметрам от DN10 до DN250.

Интервал между поверками должен быть согласно данным, указанным в свидетельстве об утверждении типа или в приложении к сертификату об утверждении типа на конкретный тип счетчиков.

К применению допускаются другие средства поверки, метрологические характеристики которых не хуже, указанных в таблице 14.

3.5 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования правил безопасности при эксплуатации счетчика и средств поверки, приведенных в их эксплуатационных документах.

При проведении поверки должны быть соблюдены правила безопасной эксплуатации установок, работающих под давлением.

Для проведения поверки допускаются лица, которые имеют квалификацию поверителя, действующий аттестат, прошедших инструктаж по технике безопасности и ознакомленных с [5].

3.6 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия указанные в таблице 15.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

Таблица 15 – Условия проведения поверки

Поверочная жидкость – вода с параметрами:	температура, °С	от 5 до 40
	давление, МПа	0,1 до 0,6
Окружающая среда – воздух с параметрами:	температура, °С	20±10
	относительная влажность, %	от 30 до 80
	атмосферное давление, кПа	от 84 до 106

3.7 Подготовка к поверке поверки

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверяют выполнение условий разделов 3.4–3.7;
- проверяют наличие действующего свидетельства об аттестации эталона, а также действующих свидетельств о поверке и (или) оттисков поверительных клейм на средства измерений, входящих в средства поверки;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;
- определяют наименование, тип, модификацию, заводской номер и год изготовления счетчика.

3.8 Проведение поверки

3.8.1 При внешнем осмотре визуально определяют возможность считывания показаний счетчика, проверяют целостность счетного механизма счетчика, отсутствие механических повреждений на корпусе счетчика, соответствие комплектности счетчика описанию типа, наличие знака утверждения типа на счетчике в установленном месте.

Результаты проверки считаются положительными, если подтверждается возможность визуально считывать показания счетчика, не нарушена целостность счетного механизма счетчика, отсутствуют механические повреждения на корпусе счетчика, комплектность счетчика соответствует описанию типа, знак утверждения типа нанесен на счетчик в установленном месте.

3.8.2 Герметичность счетчика проверяют созданием давления 1,6 МПа (16 кгс/см²) гидравлическим прессом в рабочей полости счетчика. Результаты проверки считают удовлетворительными, если после выдержки в течение 15 минут в местах соединений и на 2 корпусе счетчика не наблюдается каплепадения или течи воды. Падение давления по манометру не допускается.

3.8.3 При поверке герметичности соединений счетчики устанавливают на эталон по одному или последовательно по несколько штук. Число счетчиков в группе должно обеспечивать возможность их поверки при номинальном значении поверочного расхода. Счетчики должны иметь одинаковый номинальный диаметр. Счетчики присоединяют к трубопроводу эталона через переходные или промежуточные патрубки, длина которых выбирается исходя из данных, изложенных в эксплуатационных документах, при отсутствии необходимых сведений обеспечивается длина прямых участков трубопровода до и после счетчика равная двум номинальным диаметрам счетчика или более. Счетчик устанавливают так, чтобы направление стрелки на корпусе счетчика совпадало с направлением потока воды. Пропускают воду через счетчики при номинальном расходе с целью удаления воздуха из системы.

Проверяют герметичность соединений счетчиков с трубопроводом и между собой. Проверку проводят давлением воды в системе эталона при открытом запорном устройстве перед счетчиком и закрытом после него. Результаты проверки считают удовлетворительными, если после выдержки в течение 5 минут в местах соединений и на корпусах счетчиков не наблюдается каплепадения или течи воды.

В случае наблюдения каплепадения или течи воды на корпусе счетчика, счетчик считается непригодным к применению и дальнейшей поверке не подлежит.

3.8.4 Проводят проверку порога чувствительности счетчиков (при наличии данной характеристики в описании типа) путем создания и последующего измерения расхода воды, при котором устанавливается непрерывное вращение

крыльчатки, фиксируемое по вращению сигнальной звездочки или наличию частотного выходного сигнала. Счетчики считают выдержавшими испытание, если значение наименьшего расхода воды, при котором начинается непрерывное вращение крыльчатки, не превышает значений, указанных в описании типа на данный (поверяемый) тип счетчиков в зависимости от класса и номинального диаметра.

3.9 Определение относительной погрешности

Определение относительной погрешности счетчика проводят на наименьшем ($Q_{\text{наим}}$), 1,1 от переходного ($1,1 \times Q_{\text{п}}$) и номинальном ($Q_{\text{н}}$) расходах, на каждом расходе производят одно или более измерений.

При каждом i -ом измерении на j -ом расходе регистрируют следующие результаты измерений:

- объем воды по показаниям счетчика на начало измерения (при съеме показаний со счетчика по индикаторному устройству счетчика), м^3 ;
- объем воды по показаниям счетчика на конец измерения (при съеме показаний со счетчика по индикаторному устройству счетчика), м^3 ;
- число импульсов, зарегистрированное счетчиком импульсов (при съеме показаний со счетчика с использованием оптоэлектронного узла съема сигналов или частотных (импульсных) выходов счетчиков);
- объем воды по показаниям эталона, м^3 .

Температуру и давление поверочной жидкости, температуру и влажность окружающей среды, атмосферное давление регистрируют в начале и в конце данной операции поверки.

Точки расхода $Q_{\text{наим}}$, $1,1 \times Q_{\text{п}}$ и $Q_{\text{н}}$ определяются согласно описанию типа на конкретный (поверяемый) счетчик. Значения расходов устанавливают с допуском $+10\%$ от $Q_{\text{наим}}$, $\pm 10\%$ от $1,1 \times Q_{\text{п}}$, $\pm 10\%$ от $Q_{\text{н}}$. Изменение расхода за

время одного измерения не должно превышать $\pm 0,65\%$ в диапазоне от $Q_{\text{п}}$ до $Q_{\text{н}}$ и $\pm 1,5\%$ в диапазоне от $Q_{\text{наим}}$ до $Q_{\text{п}}$.

Значения минимального времени измерений на каждой точке расхода приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Значения минимального времени измерений на каждой точке расхода

Номинальный диаметр счетчика	Значение минимального времени измерения на номинальном расходе, с, не менее	Значение минимального времени измерения на расходе 1,1 от переходного, с, не менее	Значение минимального времени измерения на наименьшем расходе, с, не менее
от DN 10 до DN 250	120	360	720

Относительную погрешность счетчика, δ , %, определяют по формуле (1):

$$\delta_{ij} = \frac{V_{ij} - V_{\text{э}ij}}{V_{\text{э}ij}} \times 100, \quad (1)$$

где V – объем воды по показаниям счетчика, м^3 ;

$V_{\text{э}}$ – объем воды по показаниям эталона, м^3 ;

i, j – номер измерения и точки расхода соответственно.

Объем воды по показаниям счетчика, м^3 , может быть определен двумя способами:

1) по индикаторному устройству счетчика (визуально при помощи видеокамеры или фотокамеры) по формуле (2):

$$V_{ij} = V_{\text{кон } ij} - V_{\text{нач } ij}, \quad (2)$$

где $V_{\text{кон}}$ – объем воды по показаниям счетчика на конец измерения, м^3 ;

$V_{\text{нач}}$ – объем воды по показаниям счетчика на начало измерения, м^3 .

2) при использовании оптоэлектронного узла съема сигналов или частотных (импульсных) выходов счетчиков по формуле (3):

$$V_{ij} = K - V_{ij}, \quad (3)$$

где K – коэффициент преобразования счетчика, значение которого указывается на счетчике конкретного типа или в его эксплуатационных документах, м³/имп;

N – число импульсов, зарегистрированное счетчиком импульсов.

Результаты поверки считаются положительными, если значения относительной погрешности счетчика при каждом измерении не превышают пределов, установленных в описании типа на данный (поверяемый) тип счетчиков.

В случае несоответствия счетчика какому-либо требованию пунктов 3.6–3.9, счетчик считается непригодными к применению.

3.10 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки счетчик удостоверяют знаком поверки и/или свидетельством о поверке, и/или записью в паспорте (формуляре), заверяемой подписью поверителя и знаком поверки в месте, доступном для просмотра. Если особенности конструкции или условия эксплуатации счетчика не позволяют нанести знак поверки непосредственно на счетчик, он наносится на свидетельство о поверке или в паспорт (формуляр). В целях предотвращения доступа к узлам регулировки и/или элементам конструкции счетчика в местах, предусмотренных их конструкцией, устанавливаются пломбы.

При отрицательных результатах поверки счетчик признается непригодным к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

3.11 Анализ и предложения по методике поверке

Каждый год в ФБУ «Мордовский ЦСМ» и по адресам заказчиков проводится поверка более 15000 расходомеров и счётчиков воды.

Прежде чем провести поверку, хотелось бы убедиться в некоторых возникающих проблемах (вопросах) за 2015–2017 гг. Так как анализ за 2015–2017 гг. даёт перспективы и размышления что делать в следующий год.

Проведём анализ поверки расходомеров и счётчиков воды за последние 3 года. В таблице 17 приведено количество поверяемых и забракованных бытовых расходомеров и счётчиков воды с Ду 15–20 за 2015–2017 гг.

Таблица 17 – Количество годных и забракованных бытовых расходомеров и счётчиков воды с Ду 15–20 за 2015–2017 гг.

Типы расходомеров и счётчиков воды	2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	Годные	Забракованные	Брак, %	Годные	Забракованные	Брак, %	Годные	Забракованные	Брак, %
Счетчики воды ВДГ; Ду 15	3	0	0	3	0	0	1	0	0
Счетчики воды ВСКМ 90; Ду 20	26	3	10	6	2	25	12	0	0
Счетчики воды СК-15	3	0	0	0	0	0	4	0	0
Счетчики горячей воды ВСГ; Ду 20	2	0	0	3	1	25	12	3	20
Счетчики горячей воды СКВГ90-3/15	1	0	0	3	0	0	1	0	0
Счетчики крыльчатые холодной воды СВ-15	18	3	14	18	2	10	26	1	4
Счетчики крыльчатые холодной воды СКВ-15	6	2	25	1	0	0	4	0	0
Счетчики холодной воды СВХ-15, СВГ-15, СВХ-15А, СВГ-15А «Струмень-Гран»	36	4	10	25	0	0	19	0	0
Счетчики холодной и горячей воды СХВ-15, СГВ-15 «Струмень-Гран»	561	38	6	322	22	6	375	7	2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-27.03.01-08-18

Лист

73

Окончание таблицы 17

Счетчики холодной и горячей воды универсальные СВК 10-2, СВК 15-3	260	15	5	300	39	12	160	7	4
Счетчики холодной и горячей воды Ду 15 и Ду 20 на месте эксплуатации без демон- тажа	17272	467	3	14926	144	1	12637	44	0
Итого	18720			15817			13313		

В таблице 18 приведено количество поверяемых и забракованных расходомеров и счётчиков воды с Ду >20 за 2015-2017 гг.

Таблица 18 – Количество годных и забракованных расходомеров и счётчиков воды с Ду >20 за 2015-2017 гг.

Типы расходомеров и счётчиков воды		2015 г.			2016 г.			2017 г.		
		Годные	Забракованные	Брак, %	Годные	Забракованные	Брак, %	Годные	Забракованные	Брак, %
Преобразователи расхода электромагнитные ПРЭМ	Ду 32	4	2	20	18	1	5	2	0	0
	Ду 50	2	0	0	4	1	20	2	0	0
	Ду 100	6	0	0	7	0	0	3	0	0
Расходомеры-счётчики электромагнитные Взлет ЭР	Ду-25	90	11	11	437	7	2	212	2	1
	Ду-32	105	1	1	615	1	0	137	1	1
	Ду-80	7	0	0	4	0	0	8	0	0
	Ду-150	6	1	14	14	0	0	2	0	0
Расходомеры-счётчики электромагнитные ЭМИР-ПРАМЕР	Ду 25	36	0	0	42	1	2	212	5	2
	Ду 32	20	0	0	42	0	0	137	1	1
	Ду 80	3	0	0	2	0	0	2	0	0
Счетчики воды ВДГ; Ду 25, 32		7	3	30	5	2	29	6	1	14
Счетчики воды ВСКМ 90; Ду 40		10	1	9	10	2	17	8	0	0
Счетчики горячей воды ВСГ; Ду 40, 50, 60		8	0	0	1	0	0	1	0	0
Счетчики крыльчатые холодной и горячей воды СКБ Ду 32		17	7	29	3	2	40	8	6	43

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-27.03.01-08-18

Лист

74

Окончание таблицы 18

Счетчики крыльчатые холодной и горячей воды СКБ Ду 40	23	11	32	11	3	21	18	1	5
Счетчики холодной воды крыльчатые ЕТК, Ду 100	2	0	0	2	0	0	2	0	0
Счетчики холодной воды ВСХ Ду 80	13	4	24	8	1	11	7	0	0
Счетчики холодной и горячей воды ВСТН Ду 40, Ду 50	12	0	0	5	0	0	3	2	40
Итого	411			1251			789		

По результатам периодической поверки и усредненным значениям погрешности со всех счетчиков, для статистического анализа, был составлен рисунок 24, зависимости поверенных типов СИ от относительной погрешности за 2018г.

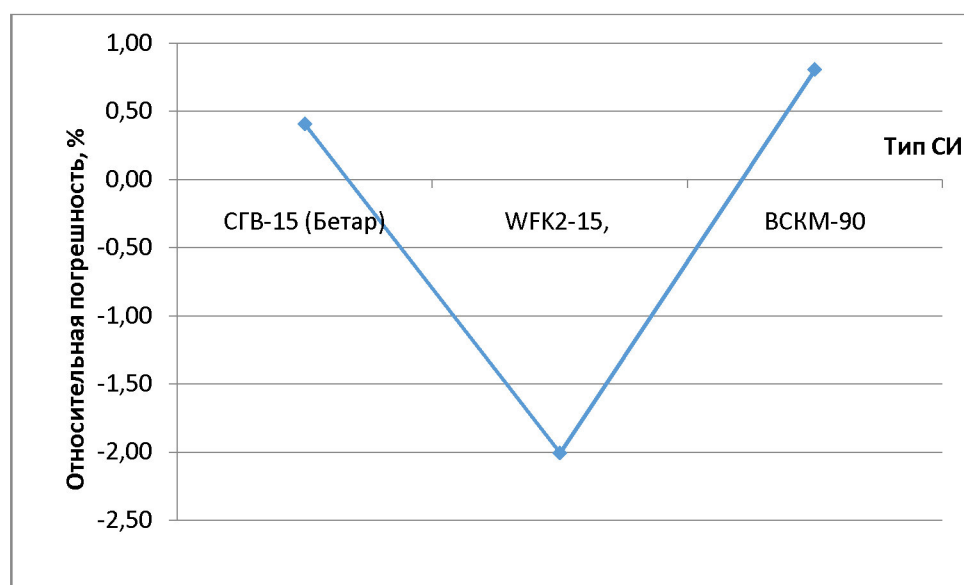


Рисунок 24 – Зависимости поверенных типов СИ от относительной погрешности за 2018 г.

Все счётчики указанные в рисунке 24 однотипные, но выпускаемые разными предприятиями. И поэтому обратившись к рисунку 24 можно сделать вывод, что усредненная погрешность счётчика ВСКМ-90 хоть и входит в метрологические характеристики, но она меньше усредненной погрешности счет-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

чика WFK2-15. И это означает что счётчики WFK2-15 по количеству определяемой воды будут показывать измерения с большей погрешностью. Но счётчики СГВ-15 (Бетар) будут показывать измерения, с меньшей погрешностью, в отличие от счетчиков WFK2-15 или ВСКМ-90.

Мною была проведена поверка водомеров по [17] следующих типов: СГВ-15 (Бетар), WFK2-15, ВСКМ-90.

Значения минимального (мин.), среднего (средн.) и максимального (макс.) расходов, объёмного расходов, времени измерения, относительных погрешностей для водомеров СГВ-15 (Бетар), WFK2-15, ВСКМ-90, полученных при поверке, указаны в таблицах 19, 20 и 21.

Таблица 19 – Значения объёмного расхода, времени измерения и относительных погрешностей СГВ-15 (Бетар)

Значения расходов	Показания эталона			Показания поверяемого СИ			Относительная погрешность счетчика, %
	Объёмный расход Q, м ³ /ч	Время измерений t, с	Объём Vэ, м ³	до измерения Vн м ³	после измерения Vк, м ³	Объём Vсч, м ³	
макс.	1,509067	121,743	0,051033	0,3610	0,4120	0,0505	-1,08
средн.	0,125015	360,729	0,012527	0,4360	0,4486	0,0125	-0,30
мин.	0,034028	721,579	0,006820	0,4616	0,4684	0,0066	-3,94

Таблица 20 – Значения объёмного расхода, времени измерения и относительных погрешностей WFK2-15

Значения расходов	Показания эталона			Показания поверяемого СИ			Относительная погрешность счетчика, %
	Объёмный расход Q, м ³ /ч	Время измерений t, с	Объём Vэ, м ³	до измерения Vн м ³	после измерения Vк, м ³	Объём Vсч, м ³	
макс.	1,509067	121,743	0,051033	0,3000	0,3510	0,0513	0,61
средн.	0,125015	360,729	0,012527	0,3770	0,3896	0,0123	-2,20
мин.	0,034028	721,579	0,006820	0,4086	0,4154	0,0068	0,39

Таблица 21 – Значения объёмного расхода, времени измерения и относительных погрешностей ВСКМ-90

Значения расходов	Показания эталона			Показания поверяемого СИ			Относительная погрешность счетчика, %
	Объёмный расход Q, м ³ /ч	Время измерений t, с	Объём Vэ, м ³	до измерения Vн, м ³	после измерения Vк, м ³	Объём Vсч, м ³	
макс.	121,743	0,051033	0,68200	0,7330	0,0515	0,90	121,743
средн.	360,729	0,012527	0,7520	0,7646	0,0127	1,38	360,729
мин.	721,579	0,006820	0,7846	0,79,14	0,0068	-0,18	721,579

На основании этих данных сравнивая с метрологическими требованиями предъявляемыми к счетчику СГВ-15 (Бетар), делаем вывод о том что данный счётчик прошел поверку. На него выписано свидетельство о поверки приведённое в приложении Б и выписан протокол поверки приведенный в приложении В. В том числе были поверяны счетчики воды WFK2-15, ВСКМ-90 так же прошедшие поверку и аналогично для них оформлены протоколы поверки выписаны свидетельства о поверки. Все три поверенные мною СИ прошли поверку.

При поверки счетчиков расхода воды, если временной интервал поверки мал, можно из методики поверки исключить пункт о измерении параметров окружающей среды.

Мое предложение по проливной установке СПРУТ 100. Оно заключается в том, что промышленностью выпускаются счетчики расхода воды с Ду 125 и Ду 150, но максимальным расходом количества воды как счетчиков Ду 100, поверку которых можно осуществлять на установке СПРУТ-100. По этому метрологические характеристики и у тех и у других останутся одними и теми же. В следствии этого, было бы целесообразным расширить посадочные места поверяемых счётчиков до размеров, позволяющих устанавливать счетчики с Ду 125 и Ду 150.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы был проведён анализ современного состояния метрологического обеспечения поверки приборов расхода жидкости.

Рассмотрены вопросы метрологического обеспечения поверки приборов расхода жидкости, начиная от организационных аспектов и заканчивая рассмотрением процесса поверки.

Для достижения поставленной цели, были решены следующие задачи:

- изучена терминология по теме бакалаврской работы;
- рассмотрены типы применяемых приборов расхода жидкости и их действие;
- изучена поверочная схема приборов расхода жидкости;
- проанализировано метрологическое обеспечение поверки приборов расхода жидкости;
- приобретены практические навыки работы с нормативной и технической документацией;
- принято участие в процессе проведения приборов расхода жидкости;
- проведена оценка, разработаны изменения, что бы улучшить показатели поверки СИ метрологических служб;
- оформлены протоколы поверки и выписаны свидетельства о поверки.
- проанализировали методики поверки, эталонную базу, процедуру поверки и предложили решение по ее улучшению.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 ГОСТ 1.0–85 Государственная система стандартизации. Основные положения. – введ. 1994–09–01. – М. : Изд-во стандартов, 1986. – 24 с.

2 ГОСТ 19807–91 Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки. – введ. 1992–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 66 с.

3 ГОСТ 8.000–72 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения. – введ. 1971–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1971. – 3 с.

4 ГОСТ 8.061–80 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверочные схемы. Содержание и построение. – введ. 1981–01–01. – М. : Стандартиформ, 1980. – 11 с.

5 ГОСТ 8.142–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода жидкости. – введ. 2014–06–01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 9 с.

6 ГОСТ 8.142–2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений массового и объемного расхода (массы и объема) жидкости. – введ. 2014–06–01. – М. : Стандартиформ, 2014. – 9 с.

7 ГОСТ 8.156–83 Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики холодной воды. Методы и средства поверки. – введ. 1985–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 23 с.

8 ГОСТ 8.510–2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений объема и массы жидкости. – введ. 2004–01–01. – М. : Стандартиформ, 2004. – 11 с.

9 ГОСТ ISO 9001–2011 Системы менеджмента качества. Требования. – введ. 2013–01–01. – М. : Стандартиформ, 2012. – 33 с.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

10 ГОСТ ИСО/МЭК 17025–2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий. – введ. 2012–01–01. – М. : Стандартиформ, 2016. – 17 с.

11 ГОСТ Р 51672–2000 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения. – введ. 2001–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 19 с.

12 ГОСТ Р 8.563–2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики (методы) измерений. – введ. 2010–04–15. – М. : Стандартиформ, 2010. – 33 с.

13 ГОСТ Р 8.820–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – введ. 2015–01–01. – М. : Стандартиформ, 2015. – 11 с.

14 Государственная служба стандартных образцов [Электронный ресурс] / Государственные научные метрологические институты. – Режим доступа: <https://gssso.ru/государственные-научные-метрологиче/>.

15 ГЭТ 63–2017 Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости. – введ. 2016–07–01. – М. : ФГУП ВНИИР, 2016. – 3 с.

16 ИВКА. 407369.003 РЭ Стационарная поверочная расходомерная установка СПРУТ–100 М. – введ. 2010–08–01. – М. : Стандартиформ, 2010. – 33 с.

17 МИ 1592–15 Государственная система обеспечения единства измерений. Счетчики воды. – введ. 2015–12–23. – М. : Стандартиформ, 2015. – 9 с.

18 О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам осуществления государственного контроля (надзора) и муниципального контроля [Электронный ресурс]: / Совет Федерации. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116983/.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

19 О единой национальной системе аккредитации [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 24.01.2011 № 86. – М., 2011. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

20 О Федеральной службе по аккредитации [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 17.10.2011 № 845. – М., 2011. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-Плюс».

21 Об аккредитации в национальной системе аккредитации [Электронный ресурс] / Критерии Росаккредитации. – Режим доступа : http://fsa.gov.ru/news/index/show_id/1642/.

22 Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс] / Федер. закон Рос. Федерации. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/.

23 Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке [Электронный ресурс] : приказ Минпромторга РФ от 02.07.2015 № 1815. – М., 2015. – Доступ из справ.-правовой системы «Кодекс».

24 Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности [Электронный ресурс] / Федер. закон Рос. Федерации. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/.

25 ПР 50.2.009–94 Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений. – введ. 2010–08–31. – М. : ФГУП ВНИМС, 2010. – 17 с.

26 СанПиН 2.1.4.1074–01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. – введ. 2002–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 90 с.

27 СНиП 2.04.07–86 Тепловые сети. – введ. 1994–01–21. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 26 с.

					БР-02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

28 СНиП 41–02–2003 Тепловые сети. – введ. 2003–09–01. – М. : Изд-во стандартов, 2003. – 36 с.

29 ТУ 4213–012–12540871–2002 Датчики расхода счетчика. – введ. 2014–12–17. – М. : Стандартиформ, 2014. – 4 с.

30 Федеральный информационный фонд по ОЕИ [Электронный ресурс] / Сведения о результатах поверки. – Режим доступа : <http://www.fundmetrology.ru/default.aspx>.

					БР–02069964–27.03.01–08–18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)**

Протокол поверки водомера СГВ-15

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Мордовия»
(ФБУ «Мордовский ЦСМ»)
430027, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. А. Невского, д. 64

Протокол поверки № _____ / _____

Дата проведения поверки (составления протокола поверки) _____ 14.05.2018
 Место проведения поверки _____ ФБУ "Мордовский ЦСМ" комн. №104
 Наименование поверяемого средства измерений _____ Счётчик воды _____ Госреестр № _____ 16078-05
 диаметр условного прохода _____ 15 мм
 Тип _____ СГВ-15 заводской номер _____ 965457 Год выпуска _____ 2006
 Наименование и адрес заказчика _____
 Наименование методики поверки _____ МИ 1592-15 ГСИ. Счётчики воды. Методика поверки

Условия проведения поверки*

Температура окружающей среды, °С	до	23,0	после	23,0	Атмосферное давление, кПа	до	100,4	после	100,4
Температура поверочной жидкости, °С	до	22,0	после	22,0	Частота питающего напряжения, Гц	до	50	после	50,0
Относительная влажность воздуха, %	до	63	после	63	Напряжение сети, В	до	222,0	после	222,0
					Давление в трубопроводе, МПа	до	0,02	после	0,02

Средства поверки: _____ Государственный эталон единицы объемного расхода жидкости 2 разряда в диапазоне значений от 0,03 до 160 м³/ч; 3.1.ZAK.0004.2012; барометр анероид БАММ-1, №277; психрометр аспирационный М-34-М, №92; мультиметр цифровой Fluke 175, №27370169

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Внешний осмотр: годен;
2. Проверка герметичности: годен;
3. Определение погрешности:

Показания эталона			Показания поверяемого СИ			Относительная погрешность счетчика, %
Объемный расход, Q, м ³ /ч	Время измерений, t, с	Объем, Vэ, м ³	до измерения Vи, м ³	после измерения Vк, м ³	Объем Vсч, м ³	
1,509067	121,743	0,051033	0,3610	0,4120	0,0505	-1,08
0,125015	360,729	0,012527	0,4360	0,4486	0,0125	-0,30
0,034028	721,579	0,006820	0,4616	0,4684	0,0066	-3,94

Заключение: _____ Пригоден к эксплуатации
 Начальник лаборатории: _____ м.п. _____ подпись _____ инициалы, фамилия
 Поверитель: _____ подпись _____ инициалы, фамилия

Стр.1 из1

* Условия поверки указаны перед началом проведения измерений и после их окончания

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Свидетельство о поверке водомера СГВ-15

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Республике Мордовия»
(ФБУ «Мордовский ЦСМ»)

Регистрационный номер аттестата аккредитации RA.RU.311375

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ

№ _____ /2

Действительно до
13.05.2022

Средство измерений Счетчик горячей воды

СГВ-15 наименование

тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

(если в состав эталона входят несколько автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

Отсутствует

серия и номер знака предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) 965457

поверено в соответствии с описанием типа

наименование величин, диапазонов, на которых поверено средство измерений (если предусмотрено методикой поверки)

поверено в соответствии с МИ 1592-15 ГСИ. Счётчики воды. Методика

наименование документа, на основании которого выполнена поверка

поверки.

с применением эталонов Государственный эталон единицы объёмного расхода

жидкости 2-го разряда в диапазоне значений (0,03 – 160) м³/ч, 3.1.ZAK.0004.2012

наименование, тип, заводской номер, регистрационный номер (при наличии), разряд, класс или погрешность эталона, применяемого при поверке

при следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды 23 °С, относительная влажность воздуха 63 %,

атмосферное давление 100,4 кПа, температура поверочной жидкости 22 °С

приводят перечень влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки

Начальник лаборатории

Должность руководителя подразделения

Подпись

Инициалы, фамилия

Поверитель

Подпись

Инициалы, фамилия

Дата поверки

14.05.2018

Окончание ПРИЛОЖЕНИЯ В

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон измерения расхода: (0,03-3,0) м³/ч;

Погрешность: ± (2-5) %.

Протокол поверки № _____

Поверитель _____

_____ подпись

_____ инициалы, фамилия

_____ дата поверки

Дополнительные сведения для водоснабжающих организаций:

Собственник средства измерений _____
фамилия, инициалы владельца средства измерений на момент проведения поверки

Адрес собственника _____
улица, дом, квартира

Показания средства измерений после проведения поверки _____ (м³)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

ОТЗЫВ
о бакалаврской работе

студента Зубарева Евгения Владимировича
(Фамилия, Имя, Отчество (полностью))

обучающегося по направлению подготовки 27.03.01 стандартизация и метрология
на тему «Разработка метрологического обеспечения поверки расхода жидкости»

Актуальность выбранной темы

В Мордовском ЦСМ проводится значительный объём поверочных работ приборов расхода жидкости. В связи с этим является актуальным проведение исследований в области процесса проведения поверки приборов расхода жидкости.

Особенности выбранных материалов и полученных результатов (новизна, обоснованность используемых методов, оригинальность поставленных задач, уровень исследовательской части)

Научная новизна бакалаврской работы заключается в усовершенствовании процесса проведения поверки.

Достоинства и недостатки бакалаврской работы

Достоинства работы заключаются в сложности решаемых задач, которые предполагали проведения анализа процесса поверки, средств поверки.

К недостаткам следует отнести неполный анализ рабочих средств измерений приборов расхода жидкости, что в целом не снижает ценности работы.

Теоретическая и практическая значимость бакалаврской работы

Методика исследований в достаточной степени соответствовала поставленным задачам и включала в себя анализ литературных источников, нормативных документов проведению экспериментальных исследований.

Степень самостоятельности, ответственности и инициативности студента при написании бакалаврской работы

Самостоятельность выполнения бакалаврской работы подтверждается результатами проверки на наличие заимствований в соответствии с которой итоговая оценка оригинальности составляет 64,07 %.

Уровень теоретической и практической подготовки выпускника

В ходе выполнения бакалаврской работы студент показал хороший уровень теоретической подготовки. Результаты выполнения работы доказывают его практическую подготовленность к решению профессиональных задач.

Умение анализировать, обобщать, оформлять, делать практические выводы

Из теста работы следует, что:

- 1) поставленные задачи выполнены полностью;
- 2) сделанные в работе выводы и обобщения отражают историю, современное состояние, практику измерений расхода жидкости и поверки счетчиков воды.

Владение методами и приемами, применяемыми в сфере своей профессиональной деятельности

Считаю, что Зубарев Е.В. справился с поставленными задачами и показал, что может самостоятельно решать поставленные задачи.

Возможность практического использования материалов работы

Судя по тексту работы и учитывая результаты преддипломной практики, результаты исследований, проведенных студентом, могут быть рекомендованы для рассмотрения поверки средств измерений.

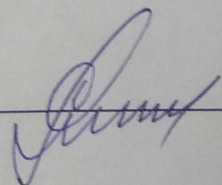
Соответствие работы требованиям

Оформление выпускной квалификационной работы отвечает установленным требованиям.

Рекомендации к защите

Работа полностью соответствует установленному заданию. Студент Зубарев Е.В. заслуживает присуждения квалификации бакалавр по направлению 27.03.01 стандартизация и метрология.

Научный руководитель
«06» 06 2018 г.



Мунтанилов С. И., доц.