

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт

Кафедра: «Стандартизация, метрология и управление качеством»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.С. Секацкий
подпись

« _____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

27.03.01 - Стандартизация и метрология

Разработка методики калибровки расходомеров на ООО «РН-Банкор»

Руководитель	_____	доц., канд. техн. наук	В. С. Секацкий
	подпись, дата		
Выпускник	_____		А.А. Чижова
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____	доц., канд. тех. наук	Н. В. Мерзликина
	подпись, дата		

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка методики калибровки расходомеров на ООО «РН-Банкор» содержит 62 страницы текстового документа, 12 иллюстраций, 1 таблицу, 2 приложения, 21 использованный источник.

**КАЛИБРОВКА, МЕТОДИКА, СРЕДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ,
РАСХОДОМЕР.**

Цель данной бакалаврской работы: повышение качества калибровочных работ за счет разработки методики калибровки для расходомеров.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- подобрать средство измерения, используемые для учета материальных потоков;
- провести анализ нормативной документации, регламентирующей проведение калибровочных работ;
- изучить процесс оценки неопределенности;
- разработать методику калибровки и процедуры оценки неопределенности для средства измерения.

Изучив документы, касающиеся разработки методики калибровки и проанализировав типы расходомеров, была разработана методика калибровки кориолисовых расходомеров Micro Motion.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Обоснование темы выпускной квалификационной работы.....	6
1.1 Общие сведения о предприятии ООО «РН-Банкор».....	6
1.2 Российская система калибровки.....	8
1.3 Актуальность.....	9
1.4 Цели и задачи выпускной квалификационной работы.....	12
2 Выбор объекта разработки методики калибровки.....	14
2.1 Методы и типы средств измерения расхода.....	14
2.1.1 Турбинные счетчики.....	14
2.1.2 Вихревые расходомеры.....	16
2.1.3 Ультразвуковые расходомеры.....	18
2.1.4 Кориолисовые расходомеры.....	20
2.2 Обоснование выбора средств измерений.....	23
3 Анализ нормативной документации, используемой при разработке методики калибровки и оценка неопределенности.....	25
3.1 Требования, предъявляемые к методикам калибровки.....	25
3.2 Оценка неопределенности.....	26
4 Разработка методики калибровки.....	30
4.1 Структура методики калибровки.....	30
4.2 Характеристики расходомеров, подвергаемые калибровке.....	35
4.3 Разработка порядка калибровки метрологических характеристик.....	36
Заключение.....	38
Список используемых источников.....	39
Приложение А (справочное) Анализ технических характеристик расходомеров.....	42
Приложение Б (обязательное) Методика калибровки массовых расходомеров.....	43

ВВЕДЕНИЕ

Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Целью калибровки средств измерений (далее - СИ) является обеспечение прослеживаемости измерений, проводимых с участием этого СИ, к государственному первичному эталону.

Методика калибровки средств измерений – это документ, регламентирующий процедуру калибровки средств измерений.

При калибровке осуществляют передачу размера единицы величины, воспроизводимой и/или хранимой эталоном, менее точному эталону или средству измерений, путем определения соотношения между значениями величины, полученными с применением эталона, и соответствующими показаниями калибруемого средства измерений. В последующем, при применении СИ по назначению, это соотношение используется для преобразования показаний средства в результаты измерений.

В процессе калибровки оценивают действительные значения мер или калибровочные характеристики измерительных приборов и измерительных преобразователей с указанием соответствующих неопределенностей.

В настоящее время калибровочные лаборатории основываются на требованиях ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, котором установлено, что «испытательные лаборатории должны иметь и применять процедуры оценки неопределенности измерений», поэтому в разработанную методику должен быть включен раздел оценки неопределенности.

Чтобы правильно произвести калибровку должны применяться методики калибровки, которые должны соответствовать всем требованиям действующего стандарта ГОСТ Р 8.879-2014.

Целью данной работы является повышение качества калибровочных работ за счет разработки методики калибровки расходомеров.

Для решения данной проблемы были определены главные задачи дипломной работы:

- подобрать средство измерения, используемое для учета материальных потоков;
- провести анализ нормативной документации, регламентирующей проведение калибровочных работ;
- разработать методику калибровки.

1 Обоснование темы выпускной квалификационной работы

1.1 Общие сведения о предприятии ООО «РН-Ванкор»

ООО «РН-Ванкор» — дочернее общество ПАО «НК «Роснефть» — является оператором по освоению месторождений Ванкорского кластера — Ванкорского, Сузунского, Тагульского и Лодочного месторождений, расположенных на севере Восточной Сибири — в Туруханском районе и Таймырском Долгано-Ненецком муниципальном районе Красноярского края.

ООО «РН-Ванкор» образовано 1 апреля 2016 года путем выделения из АО «Ванкорнефть», созданного в 2004 году для разработки Ванкорского месторождения. Ванкорское месторождение запущено в промышленную эксплуатацию в августе 2009 года [1].

Ванкорское месторождение — перспективное нефтегазовое месторождение в Красноярском крае России, вместе с Лодочным, Тагульским и Сузунским месторождениями входит в Ванкорский блок.

Расположено на севере края, включает в себя Ванкорский (Туруханский район Красноярского края) и Северо-Ванкорский (расположен на территории Таймырского Долгано-Ненецкого района) участки. Для разработки месторождения создан вахтовый посёлок Ванкор.

Основные объекты обустройства Ванкорского месторождения:

- установки подготовки нефти производительностью 7,5 млн т/год каждая;
- газовые компрессорные станции высокого и низкого давления;
- резервуарный парк объёмом 180 тыс. м³;
- газотурбинная электростанция мощностью 200 МВт;
- установка подготовки нефти и сброса воды «ЮГ»;
- установка подготовки нефти и сброса воды «Север»;
- мини НПЗ производительностью 50 тыс. т/год дизтоплива;

- внутрипромысловые сети (нефтепроводы, газопроводы, водоводы, дороги, линии электропередач).

Основным видом деятельности компании является: «Предоставление услуг в области добычи нефти и природного газа». Так же дополнительные виды деятельности это: «Добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа», «Добыча природного газа и газового конденсата», «Разработка гравийных и песчаных карьеров, добыча глины и каолина», «Производство нефтепродуктов», «Разделение и извлечение фракций из нефтяного (попутного) газа», «Производство и распределение газообразного топлива», «Производство электроэнергии», «Передача электроэнергии и технологическое присоединение к распределительным электросетям», «Распределение электроэнергии» и так далее [2].

Целями деятельности метрологической службы является обеспечение единства и точности измерений нефтегазодобывающего производства, достигаемой посредством:

- контроля над соблюдением подрядными организациями и структурными подразделениями общества государственных стандартов, собственных стандартов организации и других нормативно-технических актов, регламентирующих деятельность в области обеспечения единства измерений;
- организации работ по техническому обслуживанию и метрологическому обеспечению систем и средств измерений;
- повышения уровня и развитие техники измерений на производственных объектах общества;
- обеспечения внедрения современных методик (методов) и средств измерений, автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов, эталонов единиц величин, применяемых для калибровки и поверки средств измерений;
- реализацией единого корпоративного подхода в вопросах

обеспечения единства измерений;

- повышения достоверности измерений с целью минимизации потерь всех видов потребляемых и производимых энергоресурсов;
- оптимизации затрат на обеспечение единства измерений;
- унификации решений в области обеспечения единства измерений, проведения единой технической политики.

1.2 Российская система калибровки

Российская система калибровки (далее - РСК) - совокупность добровольно объединившихся юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых в части организации и выполнения калибровочных работ направлена на обеспечение единства измерений в стране вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений и осуществляется в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами [3].

Деятельность РСК регламентируется "Порядок организации деятельности российской системы калибровки" РД РСК 02-2014.

Данный документ был разработан с целью:

- исключить терминологические несоответствия, имеющиеся в нормативных документах РСК, относительно действующей нормативной правовой базы;
- создать условия для бесперебойного функционирования РСК, членами которой является около трех тысяч предприятий и организаций, подтвердивших свою компетентность в выполнении калибровочных работ и зарегистрированных в Реестре РСК;
- обеспечить научно-методическую помощь при организации и осуществлении ими калибровочных работ с целью достижения соответствия требованиям РСК, международным требованиям, включая требования ГОСТ

ИСО/МЭК 17025-2009 "Требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий";

- регламентировать порядок оценки и подтверждения компетентности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в части выполнения калибровочных работ требованиям РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025 с целью внесения их в Реестр РСК и выдачи Свидетельства о регистрации в РСК [3].

Деятельность РСК включает в себя:

- регистрация аккредитующих органов РСК;
- аккредитация метрологических служб юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на право проведения калибровочных работ;
- калибровка СИ;
- установление основных принципов и правил РСК, организационное, методическое и информационное обеспечение деятельности РСК;
- инспекционный контроль за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ.

1.3 Актуальность

В ГОСТ 15538-86 [4] дано следующее определение расходомера: «Расходомер жидкости (газа) – измерительный прибор или совокупность приборов, предназначенных для измерения расхода жидкости (газа)».

Значение расходомеров и счетчиков количества жидкости, газа и пара в современном индустриальном обществе исключительно велико, так как необходимо максимально экономить энергетические ресурсы страны. Без этих приборов невозможна автоматизация производства, и достижение максимальной ее эффективности.

Счетчики количества необходимы для учета массы или объема различных

веществ. Снижение погрешности измерения расхода и количества хотя бы на 1 % может обеспечить громадный экономический эффект. Роль счетчиков в последнее время сильно возрастает в связи с коммерциализацией учета энергоносителей [5].

В зависимости от условий и особенностей эксплуатации к средствам измерения расхода предъявляются самые различные требования. Долгосрочная стабильность и точность измерений – одни из необходимых требований к приборам для измерения расхода.

Стратегия обеспечения единства измерений до 2025 года, утвержденная [6], задающая целевые ориентиры для развития системы обеспечения единства измерений (ОЕИ) в условиях продолжения рыночных преобразований и построения инновационной экономики, предусматривает развитие добровольной сферы обеспечения единства измерений, в том числе, калибровки СИ.

Перспективность калибровки предопределена тем, что эта метрологическая процедура более информативна (в сравнении с поверкой) и широко распространена в зарубежной и международной практике.

Целью калибровки СИ является обеспечение прослеживаемости измерений. Она выполняется с использованием эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин [7].

Часть задач метрологической службы возлагается на специально формируемые организации, другая часть требует постоянного взаимодействия с производственными подразделениями. Так ООО ИК «СИБИНТЕК» является генеральным подрядчиком ООО «РН-Банкор» в области метрологии. Данная компания аккредитована на право поверки на базе оборудования поверочной лаборатории ООО «РН-Банкор». В ближайшем будущем Сибинтек планирует получить аккредитацию на право калибровки средств измерений. Таким образом, разработка методики калибровки расходомеров является актуальной,

так как будет применяться для определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

В процессе калибровки при оценке действительных значений мер или калибровочных характеристик измерительных приборов и измерительных преобразователей указывают соответствующие неопределенности.

В 1978 г. наивысший мировой авторитет в метрологии – Международный комитет мер и весов (МКМВ) обратился к Международному бюро мер и весов (МБМВ) с просьбой рассмотреть совместно с национальными метрологическими лабораториями такую проблему, как отсутствие международного единства по вопросу выражения неопределенности измерения, и разработать необходимые рекомендации [8].

Неопределенность и связанные с ней величины (стандартная неопределенность, расширенная неопределенность и т.д.), в последнее время используются при представлении результатов измерений, особенно в европейских странах. То же происходит и в России - эти термины (и соответствующие величины) применяются все чаще.

Использование неопределенности помогает решать вопрос о соответствии или несоответствии измеренной характеристики установленным нормам. Если значение нормы не перекрывается расширенной неопределенностью результата измерения, то, основываясь на этом результате можно делать надёжное заключение о соответствии (несоответствии) объекта испытания этой норме.

В настоящее время практически все Российские системы аккредитации основываются на требованиях ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009, в котором установлено, что «испытательные лаборатории должны иметь и применять процедуры оценки неопределенности измерений» [9]. Если раньше термин неопределенность использовал узкий круг метрологов, то сейчас это понятие неотъемлемая часть от результата любого измерения.

К тому же, представление сведений о неопределенности результата

является требованием зарубежных партнёров. Для многих других отечественных лабораторий использование понятия неопределенность постепенно становится фактически обязательным. Это справедливо, прежде всего, для аккредитованных лабораторий и тех лабораторий, которые хотят получить аккредитацию на право проведения калибровочных работ.

Калибровка средств измерений не заменяет поверку, которой в обязательном порядке подлежат все средства измерений, предназначенные для использования в сфере государственного регулирования. Однако если калибровка проведена организацией, должным образом аккредитованной на выполнение работ по калибровке и поверке [10], то ее результаты при необходимости и при выполнении соответствующих условий могут быть использованы для оформления свидетельства о поверке в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 2 апреля 2015 г. N 311 Об утверждении положения о признании результатов калибровки при поверке средств измерения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Так же расходомер, которой прошел калибровку, может быть использован как эталон для поверки в составе измерительных систем (Постановление N 734 "Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений").

Следовательно, разработка методики калибровки для расходомеров является актуальной задачей.

1.4 Цели и задачи выпускной квалификационной работы

Целью выпускной квалификационной работы является повышение качества калибровочных работ за счет разработки методики калибровки для расходомеров.

Задачи работы:

- 1) подобрать средство измерения, используемые для учета материальных потоков;
- 2) провести анализ нормативной документации, регламентирующей проведение калибровочных работ;
- 3) изучить процесс оценки неопределенности;
- 4) разработать методику калибровки и процедуры оценки неопределенности для средства измерения.

2 Выбор объекта разработки методики калибровки

ТЕКСТ РАЗДЕЛА ИСКЛЮЧЕН

3 Анализ нормативной документации, используемой при разработке методики калибровки и оценка неопределенности

ТЕКСТ РАЗДЕЛА ИСКЛЮЧЕН

4 Разработка методики калибровки

ТЕКСТ РАЗДЕЛА ИСКЛЮЧЕН

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы проведен анализ нормативных документов в области калибровки и оценки неопределенности.

Изучены требования к структуре и содержанию методики калибровки. Было отобрано содержание разделов методики калибровки кориолисовых расходомеров Micro Motion. В последующем методика калибровки была разработана и оформлена, в соответствии с требованиями указанными в нормативных документах. Также были разработаны формы протокола и сертификата о калибровке.

Данная методика позволяет повысить качество проведения калибровочных работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 История ООО «РН-Банкор» [Электронный ресурс]: Роснефть . – Режим доступа:
https://vankorneft.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Dobicha_i_razrabotka/Vostochnaja_Sibir/vankorneft/
- 2 ООО «РН-Банкор» [Электронный ресурс]: B2B GLOBAL. – Режим доступа: https://bbgl.ru/company/2465142996_gnp-vankor?showpopup=create_reklama
- 3 РД РСК 02-2014. Порядок организации деятельности Российской системы калибровки. – Введ. 10.07.2014. – М.: Стандартинформ, 2014. – 45с.
- 4 ГОСТ 15528-86. Средства измерений расхода, объема или массы протекающих жидкостей и газа. Термины и определения. – Введ. 1988-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 43с.
- 5 Кремлевский, П.П. Расходомеры и счетчики веществ: Справочник: Кн. 1. – 5-е изд. перераб. и доп. / П. П. Кремлевский. – СПб.: Политехника, 2002. – 409 с.
- 6 Об утверждении Стратегии обеспечения единства измерений в Российской Федерации до 2025 года [Электронный ресурс]: Распоряжение правительства Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 737-р// Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа:<http://www.consultant.ru>.
- 7 Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» п. 1 с. 18 [Электронный ресурс]: федер. закон от 26.06.2008 №102-ФЗ (ред. От13.07.2015). // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа:<http://www.consultant.ru>.
- 8 Неопределенность измерения и ее отражение в описании результатов [Электронный ресурс]: Учебные материалы. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/9FO6AwSZOFU/all.html>

9 ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных калибровочных лабораторий. (вместе с "Руководящими указаниями по применению в отдельных областях"). Межгосударственный стандарт. – Введ. 04.04.2011. – М.: Стандартинформ, 2011. –35 с.

10 Об утверждении Положения о признании результатов калибровки при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений п. 4 с. 1 [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 02.04.2015 № 311// Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа:<http://www.consultant.ru>.

11 Ляпевко, А.П. Средства измерений жидкости и газ: учебное пособие / А.П. Ляпевко. – Москва: АСМС, 2015. – 252 с.

12 Вихревые расходомеры [Электронный ресурс]: ООО "ПРАМЕНЬ". – Режим доступа: <http://nopraben.ru/information/other-flowmeters/43-hydrodynamic-methods/10-vortex-flowmeters>

13 Лапин, А.П. Вихревой метод измерения расхода: история вопроса и направления исследований. / Лапин. А.П., Дружков А.М., Кузнецова К.В. [Электронный ресурс]: Журнал «Вестник ЮУрГУ» – 2014. № 4. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/vihrevoy-metod-izmereniya-rashoda-modeli-vihreobrazovaniya-i-sovremennoye-sredstva-modelirovaniya>

14 Кориолисовы расходомеры и системы дозирования на их основе [Электронный ресурс]: Газета "Энергетика и промышленность России". – 2004. № 46. – Режим доступа: <https://www.eprussia.ru/epr/46/3081.htm>

15 Кокорин, Е.И. Учет нефти и газа: тенденции, востребованность, проблемы, перспективы. [Электронный ресурс]: Е.И. Кокорин // Деловой журнал«Neftegaz.RU». 2010. – Режим доступа: <https://neftegaz.ru/analisis/equipment/329359-uchet-nefti-i-gaza-tendentsii-vostrebovannost-problemy-perspektivy/>

16 Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion. Каталог. [Электронный ресурс]: Промышленная Группа «Метран». – Режим

доступа: <https://www.emerson.ru/ru-ru/automation/measurement-instrumentation/metran>

17 Райкова, Е.Ю. Стандартизация, подтверждение соответствия, метрология: учебник для бакалавров / Е.Ю. Райкова. – Москва: Издательство Юрайт, 2015. – 349 с.

18 ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008. Межгосударственный стандарт. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. – Введ. 01.09.2018. – М.: Стандартинформ, 2017. – 112 с.

19 Оценка результата измерений в терминах «погрешность измерений». [Электронный ресурс]: Eco Electronics. – Режим доступа: <http://eco-e.ru/goodies/normativnye-dokumenty/74-neopredelennost-izmerenij-v-metrologii-chem-neopredelennost-otlichaetsya-ot-pogreshnosti-i-kak-ee-primenyat>

20 ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений. Методика калибровка средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. – Введ. 01.09.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 8с.

21 ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – Введ. 01.01.1986. – М.: Стандартинформ, 2006. – 26 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Анализ технических характеристик расходомеров

ТЕКСТ РАЗДЕЛА ИСКЛЮЧЕН

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Методика калибровки массовых расходомеров

ТЕКСТ РАЗДЕЛА ИСКЛЮЧЕН

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
Кафедра: «Стандартизация, метрология и управление качеством»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
B.C. Секацкий

подпись
«28» 06 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

27.03.01 - Стандартизация и метрология

Разработка методики калибровки расходомеров на ООО «РН-Ванкор»

Руководитель	<i>Секацкий</i> подпись, дата	доц., канд. техн. наук	B. C. Секацкий
Выпускник	<i>Чижова</i> подпись, дата		A.A. Чижова
Нормоконтролер	<i>Мерзликина</i> подпись, дата	доц., канд. тех. наук	H. B. Мерзликина

Красноярск 2019