

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Неразрушающего Контроля
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Метрологическое и аппаратное обеспечение учета количества сырой нефти на этапе добычи.	

УДК:622.276.05:681.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗБ	Швецов Станислав Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК	Степанов Александр Борисович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Наталья Викторовна	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК ИНК ТПУ	Суржиков Анатолий Петрович	Доктор физ. – мат. наук. профессор		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОПК-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10; ОК-3,9; ПК-2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11,12, 13, 14, 15, 16,17, 18), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-3, ОПК-7; ПК-8,9,10, 11, 12, 13-18) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-9, ОПК-3; ППК-14, 15, 16). Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК-3,ОК-6, ОПК-2, 3,4, 5, 6, 7,8,9, ПК-1,2,9,14). Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6 ОПК-2, 3,4,5,6; ПК-1,2,3,4). Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-6,8,14,17), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-17), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-2), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-2, 4, 8, 9,10; ОПК-9) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-4), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 12.03.01 Приборостроение
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1БЗБ	Швецову Станиславу Сергеевичу

Тема работы:

Метрологическое и аппаратное обеспечение учёта количества сырой нефти на этапе добычи.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Анализ средств и методов учёта количества расхода нефти. На основе этого анализа необходимо выбрать наиболее подходящий метод для учёта расхода нефти на НПЗ.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования;</i>	Литературный обзор методов и средств для учёта расхода, примеры аппаратных устройств. Социальная ответственность. Выводы по результатам работы.

содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).		
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)		—
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Грахова Елена Александровна	
Социальная ответственность	Маланова Наталья Викторовна	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	5.09.2016
--	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Редько Виталий Владимирович	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3Б	Швецов Станислав Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа с.84, 18 рис., 6 табл., 15 источников.

Ключевые слова: расходомер, нефть, метрологическое обеспечение, прибор, ультразвуковые.

Объектом исследования является учёт расхода нефти на нефтедобывающих предприятиях.

Цель работы – обзор методов и средств измерения для учёта расхода нефти, изучение методов и рассмотрение достоинств и недостатков каждого из них, выбор наиболее оптимального варианта .

В процессе исследования была изучена техническая документация, также научная литература в области методов и средств для учета расхода жидкости.

В результате исследования были предложены основные методы и средства учета для контроля расхода нефти, в свою очередь был выбран более подходящий метод для учета расхода нефти.

Область применения: контроль расхода нефти на нефтеперерабатывающих объектах.

Определения

Расход - это какое-либо количество жидкости, которое перемещается по поперечному сечению потока (или трубопровода) в единицу времени. В зависимости от единиц измерения количества жидких сред расход может быть объемным Q (единица измерения $\text{м}^3/\text{с}$) или массовым M (единица измерения $\text{кг}/\text{с}$).

Расходомер – это датчик, позволяющий измерять расход какого-либо вещества, это могут быть как жидкости, так и газы.

Нефтедобыча - это трудоемкий производственный процесс, состоящий из геологоразведки, бурение и строительство скважин, их ремонт, очистки добытой нефти от воды, серы, парафина и многих других.

Плотность вещества – физическая величина, характеризуется отношением массы вещества на его объем.

Оглавление

Введение	9
1 Характеристика объекта измерения	11
2 Определение расхода. Характеристики потока среды	12
3 Метрологическое обеспечение учета количества сырой нефти	13
4 Системы измерения количества и качества нефти	16
4.1 Состав системы измерения количества и качества нефти	17
5 Анализ методов измерения расхода нефти	20
7 Расходомеры для измерения сырой нефти	23
8 Приборы, основанные на гидродинамических методах	24
8.1 Парциальные расходомеры	24
8.2 Расходомеры с переменным перепадом давления	25
8.3 Расходомеры с сужающими устройствами	28
8.4 Вихревые расходомеры	33
9 Приборы с непрерывно движущимся телом	35
9.1 Тахометрические расходомеры	35
9.2 Кориолисовые силовые расходомеры	37
10 Приборы, основанные на различных физических явлениях	41
10.1 Акустические(ультразвуковые)	41
11 Выбор метода измерения расхода	43
12 Экспериментальная часть	46
13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	51
14 Производственная безопасность	75
15 Список литературы	84

Введение

На сегодняшний день, важной задачей нефтедобывающих предприятий является измерение расхода добываемой нефти. Последнее десятилетие в стране ужесточается государственный надзор открытия нефтяных месторождений и их рационального использования. В заданных условиях, цель учета добываемого количества нефти, которая со скважины поступает на переработку и выходит с нефтеперерабатывающего завода, разбитая по фракциям, стала все более актуальной.

Для решения подобных задач, чаще всего, подходят с абсолютно разных позиций и рассматривается огромное количество методов и средств измерений, которые в той или иной степени помогают получить сведения о расходе нефти. Все эти методы имеют свойственные плюсы и минусы, определение которых является одной из целей данной работы. При переработке нефти на нефтеперерабатывающем заводе, а также после разделения ее по фракциям или секциям неизбежно встает задача контроля их расхода. Наиболее эффективным методом в настоящее время считается применение специальных приборов учета, получивших название «расходомеры» (счетчики). Расходомер – это устройство, которое состоит из нескольких частей, измеряющих расход вещества (жидкости, газа или пара). Их использование позволяет совершать учет расхода нефтепродуктов и не только. Расходомеры нефтепродуктов представляют сегодня в несколько модификаций, и при работе каждого из счетчика, используются различные принципы. Выбор расходомера в каждом случае будет объяснение характеристиками измеряемой жидкости – а это, прежде всего, ее вязкость. Поэтому для светлых и темных нефтепродуктов применяются разные типы расходомеров. Остальные параметры, влияющие на выбор счетчика – это приблизительная величина расхода измеряемой жидкости, и в свой черёд - точность, с которой необходимо измерять. Применение расходомеров для нефтепродуктов актуальных моделей позволяет улучшить учет различных продуктов учета нефти, и результативно его контролировать. Выбор более подходящего метода, в конечном итоге, даёт возможность

значительно повысить экономическую продуктивность работы многих предприятий и организаций.

1 Характеристика объекта измерения

Сырая нефть - смесь углеводородов широкого физико-химического состава, которая состоит из растворенного газа, воды, минеральных солей, механические примеси и другие химические соединения. Множество месторождений нефти относится к осадочным породам. Цвет нефти чисто-чёрный. Чаще всего колеблется в буро-коричневых тонах (от тёмно-жёлтого до чёрного), так же встречается нефть, с жёлто-зелёным цветом, и даже бесцветная, а также насыщенно-зелёная нефть. Имеет особенный запах, также меняется от лёгкого приятного до тяжёлого и очень неприятного. Запах и цвет нефти в большей степени можно объяснить наличием азот-, серо- и кислородсодержащих элементов, которые концентрируются в смазочном масле и нефтяном остатке. Подавляющая часть углеводородов нефти в чистом виде лишено цвета и запаха.

Нефтедобыча – это раздел нефтяной промышленности, занимающаяся добычей природного ископаемого – нефти и сопровождающего её газа, сбор этих продуктов и их предварительная подготовка, т. е. очистка от воды и твёрдых примесей.

Нефтедобыча - это трудоемкий производственный процесс, состоящий из геологоразведки, бурение и строительство скважин, их ремонт, очистки добытой нефти от воды, серы, парафина и многих других.

Способы добычи нефти – исследование месторождений нефти производится путём постройки нефтяных скважин.

Современные методы по получению скважинной жидкости нефтедобычи подразделяются на:

- фонтан (выход флюида происходит за счет разности давления в продуктивном пласте и давления на устье скважины)
- газлифт

- насосно-компрессорная добыча, в том числе с использованием различных видов насосов:

- установка электро-центробежного насоса (УЭЦН)
- установка электро-винтового насоса (УЭВН)
- установка штангового скважинного насоса (ШСН)

Плотность вещества – физическая величина, характеризуется отношением массы вещества на его объем. В системе СИ единица измерения плотности выражается в кг/м^3 . Вязкость вещества – это параметр вещества жидкой или газовой среды оказывающий сопротивление процедуре перемещения одних её частиц относительно других. Обратим внимание на то, что вязкость зависит от силы взаимодействия между частицами жидкой среды. Для количественной характеристики величины этих сил используется специальный коэффициент динамической вязкости. Для жидкой среды за единицу динамической вязкости принят паскаль-секунда ($\text{Па}\cdot\text{с}$). Данный параметр можно объяснить тем, что вязкость жидкой среды, в которой на 1 м^2 поверхности слоя данной среды действует сила, которая равна одному ньютону, если при этом на расстоянии 1 см скорость между слоями жидкой среды изменяется на 1 см/с . Следует выделить то, что жидкая среда с вязкостью $1\text{ Па}\cdot\text{с}$ относится к числу высоковязких жидкостей.

2 Определение расхода. Характеристики потока среды

Выделим основные методы в области контроля расхода и измерения. Расход - это какое-либо количество жидкости, которое перемещается по поперечному сечению трубопровода за единицу времени. В зависимости от единиц измерения количества жидких сред расход может быть объемным Q (единица измерения $\text{м}^3/\text{с}$) или массовым M (единица измерения кг/с). При управлении различными технологическими процессами и при обеспечении нормального режима работы энергетических установок и двигателей мгновенный расход следует контролировать. Средние расходы, контролируют

при технических испытаниях, при определении «расходных характеристик» различных объектов и процессов (при оценке, например, дебита газовых и нефтяных скважин, или значений удельных расходов топлива различными двигателями). И наконец, «пиковые» расходы, что характерны для исследовательских работ, которые связаны с долгосрочными прогнозами паводковых явлений в открытых руслах и каналах, или поведения сточных и грунтовых вод.

3 Метрологическое обеспечение учета количества сырой нефти

Совершенствование метрологического учета качества и количества нефти на необходимых стадиях - от добычи до реализации, должно производиться на высоком технологическом уровне в соответствии с требованиями и нормативно-технической документации Российской Федерации. Бесспорно, что рассматриваемая нами поверочная схема не может обеспечить поверку современных расходомеров нефти и нефтепродуктов, устанавливаемых на магистральных трубопроводах, ни по точностям, ни по диапазонам измерений. Следовательно, метрологическое обеспечение данных приборов производится в системе воспроизведения единицы и передачи ее размера, регламентированной [ГОСТ 8.510-84 ГСИ]. Государственная поверочная схема для средств измерений (счетчиков) объема жидкостей.

Метрологическое обеспечение учета количества нефти на основе этих стандартов содержит существенные недостатки. Главный недостаток относящийся непосредственно к системе учета количества нефти и нефтепродуктов при их транспортировке по трубопроводам, заключается в следующем. Действующие государственные эталоны расхода жидкостей, распространяющиеся на силу ограниченности диапазонов измерений, не применяются для передачи размера единицы расхода рабочим расходомерам. Поэтому поверка расходомеров узлов учета трубопроводов производится методом косвенных измерений, по рабочим

эталонам, перенятые из других государственных поверочных схем. Так же любая децентрализованная система воспроизведения единицы имеет значительный недостаток - систематическую погрешность воспроизведения, обусловленную различием размеров единицы, воспроизводимых разными исходными установками. Не дает гарантий единства измерений и упомянутая выше децентрализованная система воспроизведения единицы объемного расхода нефти и нефтепродуктов, предусматривающая воспроизведение единицы разными экземплярами эталонов, которые находятся в различных регионах страны. По этой причине, Россия несет огромные потери при экспорте и учёте нефти и нефтепродуктов. В связи с этим разработка методических материалов и эталонов для обеспечения единства измерений в технологических процессах нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего производства на всех этапах от добычи до реализации продукта является одним из основных направлений работ метрологических институтов Госстандарта РФ в настоящее время и ближайшие годы.

На сегодняшний день, нефть и продукты ее переработки занимают руководящее положение в международной торговле и являются одними из основных источников валютных поступлений. В связи с этим вопросы метрологического обеспечения и коммерческого учета на всех стадиях от добычи до реализации нефти и нефтепродуктов обретают первостепенную значимость. Использование средств автоматизированного учета позволило высвободить значительные ресурсы, сократить сроки и стоимость строительства объектов, получить колоссальный экономический эффект. Так же надлежит обратить внимание на совершенствование методов и средств лабораторных измерений параметров нефти и нефтепродуктов при коммерческом учете, ибо арбитражные споры разрешаются только на основе результатов лабораторных измерений показателей качества продукта, проведенных в действующих измерительных лабораториях. Кроме того, в правовом и экономико-метрологическом изучении нуждается методология

разрешения противоречий между поставщиками и покупателями, возникающие при оценке стоимости партии нефтепродуктов и обусловлены дисбалансом результатов измерений или статистическими ошибками измерительного контроля. Безусловно, большое значение имеет также и подготовка специалистов по проектированию, пуско-наладочным работам, техническому обслуживанию и метрологическому обеспечению средств измерений количества и качества нефти и нефтепродуктов. Данное руководство предназначено для разрешения перечисленных задач. Практические и теоретические вопросы рационального использования нефтепродуктов в народном хозяйстве изучает сравнительно новое научное направление — химмотология, рассматривающая такие задачи, как изучение свойств нефтепродуктов, тех изменений, какие они испытывают при транспортировке, применении и хранении установление закономерностей, связывающих качество нефтепродуктов с надежностью работы техники разработка научно-обоснованных норм расхода, процедур по снижению утрат, разработка методов восстановления качества некондиционных и отработанных масел и топлива, способов утилизации нефтепродуктов с обеспечением экологической безопасности контроль качества нефти и нефтепродуктов и разработка метрологического обеспечения и др. На рисунке 1 изображены нормативные документы, применяемые при измерении и учете массы нефти.

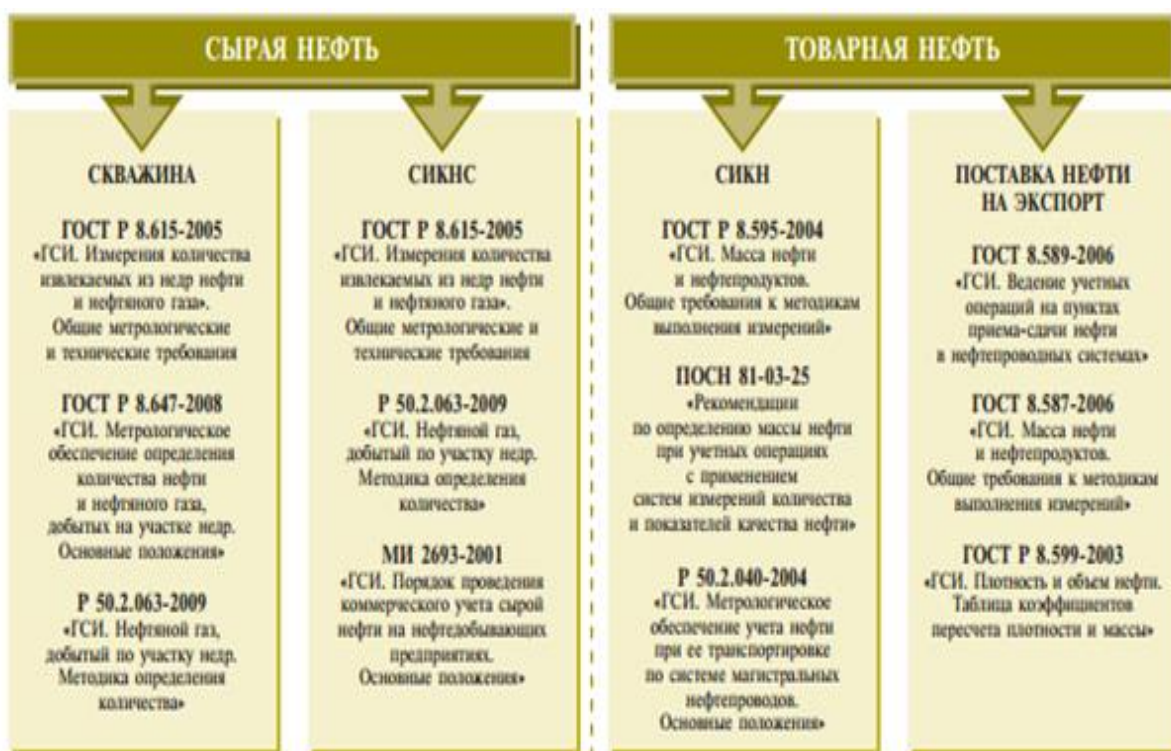


Рисунок 1 - Нормативные документы, применяемые при измерении и учете массы нефти.

4 Системы измерения количества и качества нефти

Системы измерения количества и качества сырой нефти (СИКНС) предназначены для:

- измерения объёма(массы) нефти и нефтепродуктов методом прямых или косвенных динамических измерений;
- измерения технологических и качественных параметров нефти и нефтепродуктов (плотность, вязкость, влагосодержание, давление, температура);
- отображения (индикации), обработки и регистрации результатов измерений.

4.1 Состав системы измерения количества и качества нефти

СИКН - система измерения количества и показателей качества нефти, пример данной системы изображён на рисунке 2.

В общем случае **СИКН** состоит из технологической части и системы сбора и обработки информации.

Основной состав технологической части:

- блок фильтров (БФ);
- блок измерительных линий (БИЛ);
- блок измерения качества нефти (БИК);
- блок поверочной установки (БПУ);
- система обработки информации (СОИ).

В состав технологической части могут входить также:

- узел регулирования расхода и давления;
- узел подключения передвижной;
- технологические и дренажные трубопроводы.

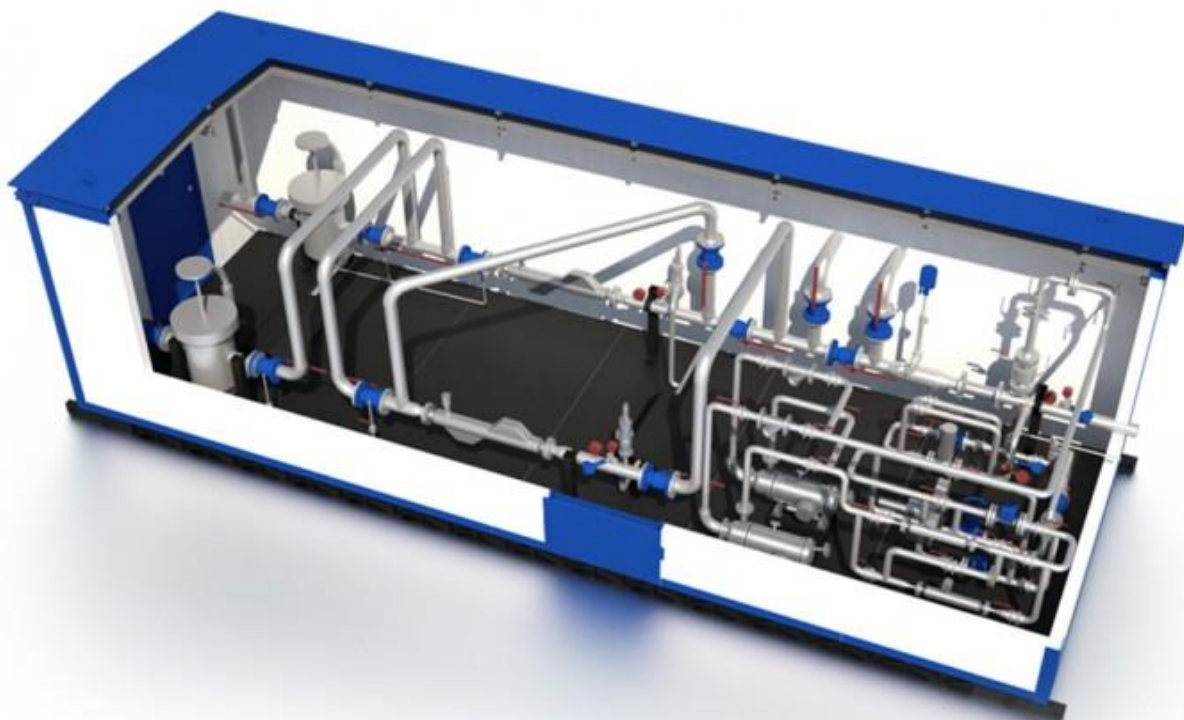


Рисунок 2 – Макет системы измерения количества и качества сырой нефти.

Варианты исполнения системы учета нефти:

- открытого исполнения – основой является рамочная конструкция для установки на открытой площадке либо в помещении;
- закрытого исполнения – оборудование размещается в блок-боксе, который имеет сварной металлический каркас с теплоизоляцией.

4.2 Блок фильтров (БФ) служит для очистки от механических примесей и предотвращения засорения рабочих узлов. В состав блока входит два фильтра (рабочий и резервный) с быстросъемной крышкой, входной и выходной коллекторы, запорная арматура, датчики дифференциального давления и манометры.

4.3 Блок измерительных линий (БИЛ) служит для измерения расхода и контроля параметров нефти. Количество и диаметр измерительных линий определяется расчетным путем в зависимости от максимального расхода и типа применяемого преобразователя расхода. В состав блока измерительных линий входят: измерительные линии, массовые и объемные преобразователи расхода, датчики давления и температуры, регуляторы расхода, узел подключения к поверочной установке, входной и выходной коллекторы, запорная арматура, приборы системы контроля протечек.

4.4 Блок измерения качества нефти (БИК) служит для контроля и измерения параметров качества перекачиваемой нефти и нефтепродуктов. Основное оборудование БИК: циркуляционные насосы (основной и резервный), фильтры тонкой очистки (основной и резервный), поточные преобразователи плотности, поточные преобразователи влагосодержания, поточные преобразователи вязкости, преобразователь расхода, датчики температуры и давления, манометры и термометры, автоматические пробоотборники, регуляторы расхода нефти, системы промывки, запорная арматура.

4.5 Блок поверочной установки (БПУ), основным элементом которой является трубопоршневая поверочная установка (ТПУ), которая служит для проведения контроля метрологических характеристик и поверки средств измерений объема и массы на месте эксплуатации.

4.6 Узел регулирования расхода и давления разрабатывается и проектируется при необходимости и устанавливается на выходе система измерения количества и качества нефти.

4.7 Система обработки информации (СОИ) обеспечивает автоматизированное выполнение функций сбора, обработки, отображения, регистрации информации по учету нефти и управление режимами работы СИКН (СИКНС).

5 Анализ методов измерения расхода нефти

Расходом называют количество нефти, протекающее посредством поперечного сечения потока в единицу времени.

В зависимости от единиц измерения количества нефти, рассмотрим два типа расхода: объемный Q (в $\text{м}^3/\text{с}$) и массовый M (в $\text{кг}/\text{с}$). Зависимость массы и объема вещества аналогична зависимости массового и объемного расхода:

$$M = \rho Q, \quad (1)$$

ρ — Плотность вещества.

Применив приведенное ранее понятие средней скорости ($Q_{\text{ср}}$) потока, то объемный расход может быть представлен как:

$$Q = V_{\text{ср}} F, \quad (2)$$

где F — Площадь поперечного сечения потока.

В данном случае, для неустановившихся потоков, средняя скорость ($Q_{\text{ср}}$) изменяется во времени, то и расход является случайной величиной, а точнее — случайным процессом. Далее, измерять только отдельные статистические характеристики вышеприведенного процесса, точнее, мгновенный расход — значение расхода в данный момент времени; средний расход — осредненное за любые промежутки времени значения расхода; «пиковый» расход — Наибольшее значение расхода, наблюдаемое на указанном отрезке за единицу времени.

При управлении технологическими процессами мгновенный расход измеряют, как правило, обеспечением оптимальной работы режимов установок энергоснабжения и тепловых двигателей; средние расходы — при

экспериментах, определений «расходных характеристик» процессов и объектах (к примеру, при оценке удельного расхода топлива различных двигателей, дебита нефтяных и газовых скважин и т. д.), при учёте количества нефти. И качестве последнего примера: «пиковые» расходы характерны для Экспериментальных работ, тесно связанных с прогнозами поведения грунтовых и сточных вод, паводковых явлений в открытых каналах и руслах.

6 Типы расходомеров

Расходомер – это датчик, позволяющий измерять расход какого-либо вещества, это могут быть как жидкости, так и газы. Так как измерение расхода – задача достаточно непростая, то для каждой среды необходим расходомер определенного вида. Отметим, что для корректного расчета расхода необходимо знать:

- форму и размеры канала, по которому протекает исследуемая жидкость или газ;
- характеристики окружающей среды;
- характеристики самой расходуемой жидкости или газа.

Газ может сжиматься при проходе через канал расходомера. Именно поэтому здесь присутствуют свои тонкости расчета, которые учитываются специальной конструкцией прибора.



Рисунок 3 – Расходомеры для учёта жидкостей

Виды приборов и принцип работы

В зависимости от того, для каких целей используется расходомер, меняется его конструкция и принцип работы. По принципу своего действия все приборы можно подразделить на:

- механические;
- ультразвуковые;
- оптические или лазерные;
- меточные или расходомеры с мишенью;
- электромагнитные;
- кориолисовые;
- вихревые.

Принцип действия:

Каждый вид расходомеров работает по-своему. Принцип работы механических приборов заключается в измерении изменения объема жидкого или газообразного вещества. Тепловой расходомер реагирует на изменение тепла потока. При этом при помощи измеряемой жидкости тепло переносится от более нагретого тела к менее нагретому. Оба типа приборов предназначены для определения расхода жидкостей в трубопроводах средних и больших размеров. Так как измерительные приборы контактируют с измеряемыми жидкостями, то эксплуатировать их в агрессивных средах нельзя.

Стоит отметить, что механические и тепловые модели значительно уступают в чувствительности оптическим или лазерным аналогам. Принцип их работы основан на оптических способах измерения жидкостей и газов. Такие измерительные приборы характеризуются более высокой чувствительностью при меньшей инерционности. Их сфера использования – трубопроводы малых диаметров.

7 Расходомеры для измерения сырой нефти

При измерении расхода нефти расходомеры и счетчики, применяемые для нефтепродуктов, разделены на такие группы:

Приборы, основанные на гидродинамических методах:

- вихревые
- переменного перепада давления(рассмотрим разновидность парциальных расходомеров переменного перепада давления)
- расходомеры с сужающими устройствами

Приборы с непрерывно движущимся телом:

- тахометрические
- силовые (в том числе вибрационные)

Приборы, основанные на различных физических явлениях:

- акустические (ультразвуковые);

8 Приборы, основанные на гидродинамических методах

8.1 Парциальные расходомеры

Парциальные расходомеры – измерительные приборы, в которых расход вещества определяется через некоторую долю основного потока в небольшой трубе, подключенной параллельно к основному трубопроводу.

Все парциальные расходомеры можно поделить на три основные группы:

расходомеры, у которых ответвленный поток возвращается в основную трубу, расходомеры с невозвращаемым ответвленным потоком, расходомеры, парциальный поток которых образуется вспомогательным веществом. На практике применяют разные способы ответвлений. Чаще всего в трубопроводе устанавливают сужающее устройство (сопротивление), а концы обводной трубки присоединяют с двух сторон от него. Из-за разности статических давлений в обводной трубке возникает парциальный поток, измерить расход которого нам и требуется.

В другом случае обводная трубка вводится в основную трубу так, что ее переднее отверстие направлено навстречу потоку, а заднее – в противоположную сторону. Здесь, в обводной трубке, парциальный поток образуется за счет разности динамических давлений у ее концов.

Еще один способ ответвления от основного потока обводная трубка ставится на колене трубы, там под влиянием центробежных сил создается разность давления, которая зависит от расхода. Последний способ позволяет измерять расход вещества на всасывающей парубке коленчатой формы у крупных вертикальных насосов.

Для правильной работы парциального расходомера необходимо, чтобы непосредственно измеряемый расход q был строго пропорционален основному расходу Q . Для этого, прежде всего, нужно чтобы все проходные сечения в обводной трубке не изменялись, не было загрязнения обводной трубки и сужающего устройства или гидравлического сопротивления, если таковое имеется, а так же чтобы соблюдалось равенство или постоянство отношения плотностей среды в основной и обводной трубах.

Парциальные расходомеры в основном применяют, если нужно измерить расход жидкости в трубе большого диаметра (водооросительные системы).

Преимущества расходомеров данного типа:

- Сравнительная дешевизна;
- Возможность серийного производства;
- Можно применять в трубопроводах разного диаметра;
- С их помощью можно измерить даже пульсирующий расход.
- Основным недостатком парциальных расходомеров является повышенная погрешность.

8.2 Расходомеры с переменным перепадом давления

Для того чтобы обеспечить пропорциональность между расходами Q и q в обводную трубку дополнительно ставят диафрагму (если парциальный поток создается с помощью сужающего устройства). Но измерять расход с помощью этой диафрагмы удобно только при пульсирующем расходе. В этом случае пульсации в обводной трубке сглаживают с помощью емкостей небольшой мощности.

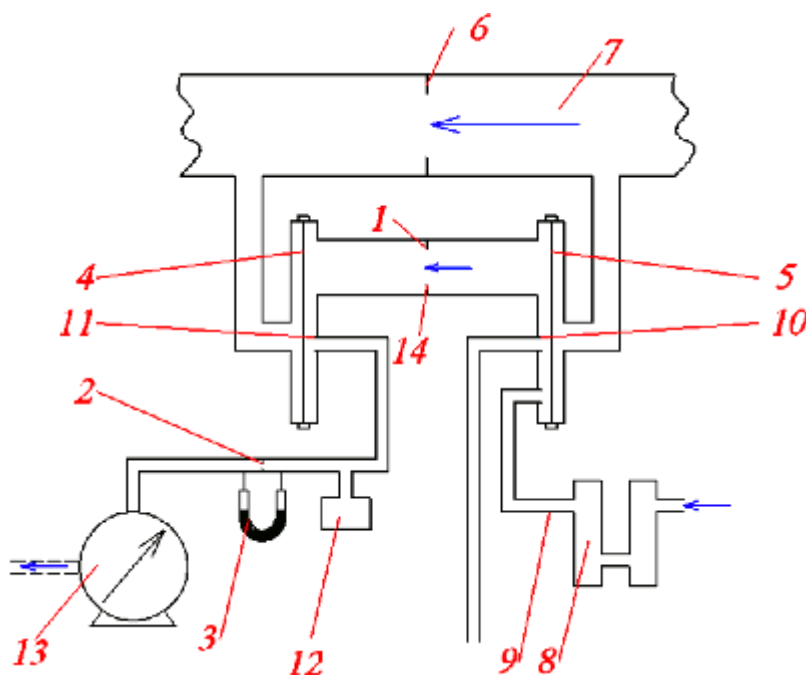


Рисунок 4 – Схема расходомера для измерения пульсирующего расхода газа

(1 – диафрагма1, 2 – диафрагма2, 3 - дифманометр, 4,5 - мембраны, 6 – диафрагма 3, 7 - основной трубопровод, 8 - фильтр, 9 - дроссель, 10 – сопло1, 11 - сопло2, 12 - емкость для измерения воздуха, 13 - счетчик, 14 - обводная трубка)

Для измерения расхода q имеется другая диафрагма 2 и дифманометр. Полистироловые мембраны (толщиной 0,1 мм, диаметром 8 мм) установлены с обеих сторон диафрагмы1, воспринимающие давления образующиеся с обеих сторон диафрагмы 3, которая помещена в основном трубопроводе. Так же, мембраны отделяют от загрязненного газа диафрагму 1, и чистый воздух постоянно притекает через нее, предварительно пройдя через фильтр и дроссель. В центре мембран укреплены стальные диски, находящиеся против отверстий сопло 1 и сопло 2. Это позволяет автоматически поддерживать равенство давлений в основном трубопроводе и в обводной трубке. Через сопло1 лишний воздух удаляется в атмосферу, а значение парциального расхода q определяется степенью открытия сопла 2. Для сглаживания пульсаций давления перед измерительной диафрагмой 2 служит небольшая емкость, а для измерения количества прошедшего воздуха — камерный счетчик.

В тех случаях, когда требуется применение расходомера с невозвращаемым парциальным потоком расход q последнего можно измерить с помощью гидравлического сопротивления (так как оно обладает линейной характеристикой) и, кроме того, с помощью особого компенсатора исключить влияние изменения давления p и температуры t газа на результаты измерения.

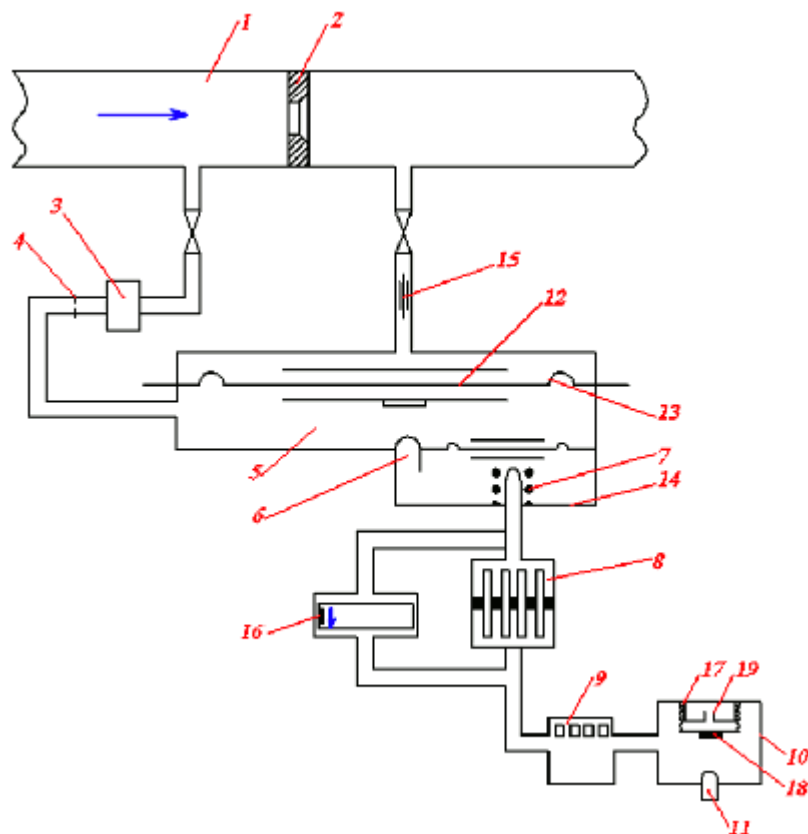


Рисунок 5 – Схема расходомера с парциальным невозвращаемым потоком.

(1 - газопровод, 2 - диафрагма1, 3 - фильтр, 4 - диафрагма2, 5 - камера, 6 - сопло1, 7 - сопло2, 8 - ламинарное сопротивление, 9 - счетчик газа, 10 - компенсатор, 11 - сопло3, 12 - мембрана1, 13 - мембрана2, 14 - пружина, 15 - дроссель, 16 - дифманометр, 17 - сильфон, 18 - заслонка)

Перепад давлений в газопроводе создает диафрагма1. Ответвляемый парциальный поток последовательно проходит через фильтр, диафрагму2, камеру, два сопла 1и 2, далее через ламинарное сопротивление, счетчик газа, минуя компенсатор и наконец через сопло 3 удаляется в атмосферу. Давление после диафрагмы 2 почти равно давлению после диафрагмы 1, потому что площадь мембраны 1 более чем в 1000 раз превосходит площадь сопла4, а перепад давления на сопле4 ограничен регулятором. Последний состоит из небольшой мембраны 2, сопла 2 и настраиваемой пружины. Постоянные времени камер, последние расположены по обе стороны мембраны 1, можно согласовать с помощью дросселя. Для измерения расхода парциального потока служит ламинарное сопротивление и дифманометр, а для измерения его

количества — счетчик газа. На выходе из последнего поддерживается постоянная плотность газа с помощью компенсатора, имеющего сильфон, внутреннее пространство которого заполнено газом при некотором избыточном давлении. Заслонка, которая закреплена в центре сильфона, регулирует выход газа через сопло 4. Для того чтобы избежать автоколебания сильфона, внутренняя его полость разделена на две части и имеет дроссель для перетекания газа из одной части в другую. Стоит отметить, что пропорциональность между расходами Q и q будет нарушена в результате загрязнения фильтра. Поэтому для измерения расхода загрязненного газа более надежна схема, показанная на рисунке 5. В некоторых схемах для обеспечения равенства температур основной и парциальной диафрагмами последнюю заключают в гильзу, которую монтируют в основном трубопроводе.

8.3 Расходомеры с сужающими устройствами

Расходомеры с сужающими устройствами состоят из узлов, образующих местное сужение в трубопроводе (сужающие устройства) и дифференциальных манометров перепада давления.

Принцип действия сужающих устройств заключается в следующем: при протекании потока жидкости, газа или пара в суженном сечении трубопровода часть потенциальной энергии давления переходит в кинетическую. Средняя скорость потока увеличивается, в результате чего в сужающем устройстве создается перепад давления, величина которого зависит от расхода вещества.

Сужающие устройства подразделяются на две группы: нормализованные и ненормализованные. К первой группе относятся диафрагмы, сопла, трубы Вентури. Диафрагмы и сопла устанавливают в трубопроводах круглого сечения диаметром не менее 50 мм, а трубу Вентури — в трубопроводе диаметром не менее 100 мм. Вторая группа сужающих устройств содержит сдвоенные

диафрагмы, сопла с профилем размером $1/4$ круга и другие устройства, которые применяют для измерения расхода вязких жидкостей при малых диаметрах трубопроводов.

Диафрагмы (рисунок 6) бывают камерные А — отбор импульсов давления при помощи кольцевых камер и бескамерные Б — отбор импульсов давления при помощи отверстий (табл. 13). Толщина диска диафрагмы должна быть менее $0,1 D$ (D — диаметр условного прохода трубопровода).

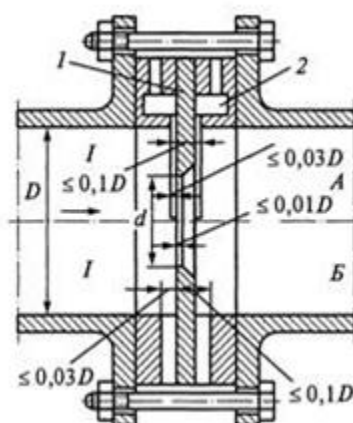


Рисунок 6 – Схема диафрагм.

I – камеры;

D – диаметр условного прохода, мм;

d – диаметр диафрагмы;

A – камерного типа;

Б – бескамерного типа;

1 – диск;

2 – кольцевая камера.

Камерные диафрагмы состоят из диска, прокладки и двух кольцевых камер. Кольцевые камеры измеряют давление до и после диафрагмы. Толщина диска

равна 3 мм для трубопроводов диаметром $D < 150$ мм и 6 мм для трубопроводов диаметром $150 < D < 400$ мм.

Сопла могут применяться для труб диаметром не менее 50 мм. Схема сопла представлена на рисунке 7. Верхняя часть соответствует отбору импульсов давления при помощи кольцевой камеры, нижняя — отбор производится при помощи отверстий. Выпускают их малыми сериями.

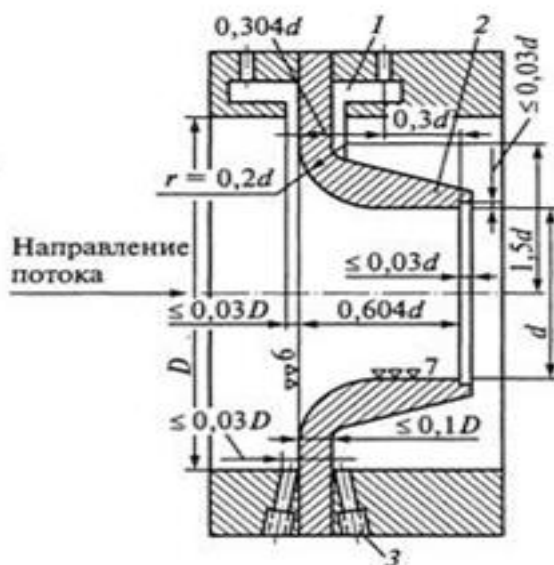


Рисунок 7 – Схема сопла.

d – диаметр сопла;

D – диаметр канала;

r – радиус скругления сопла;

1 – кольцевая камера;

2 – сопло;

3 – отверстие для замера давления.

Далее рассмотрим характеристику диафрагм:

Характеристики диафрагм

Тип	Диаметр условного прохода трубопровода D_y , мм	Условное давление измеряемой среды, МПа
Диафрагмы нормальные камерные ДН-64	50; 70; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 350; 400	1,6; 6,4
Диафрагмы плоские бескамерные ДП-6	400; 450; 500; 550; 600; 650; 700; 750; 800; 900; 1000	2,5 (при D_y до 800 мм) 1,6 (при $D_y > 800$ мм)
Диафрагмы высокого давления:		
ДВ-100	50; 70; 80; 100; 125; 150; 200; 250; 300	10
ДВ-200	60; 80; 100; 125; 150; 175; 200; 225	20

Таблица 2 – Характеристика диафрагм.

Труба Вентури имеет сужающее сечение, которое постепенно затем расширяется до начального размера. Вследствие такой формы потери давления в ней меньше, чем в диафрагмах и соплах. Труба Вентури состоит из входного и выходного конусов и цилиндрической средней части (рисунок 8).

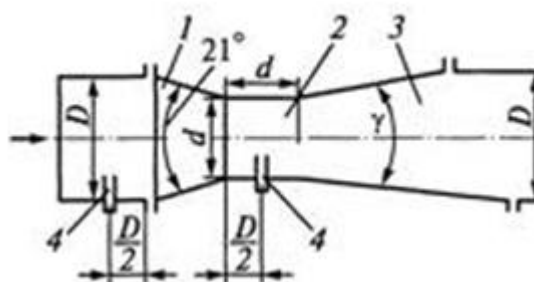


Рисунок 8 – Схема трубы вентури.

D – диаметр трубопровода;

d – диаметр образующей сопла;

1 – входная часть;

2 – цилиндрическая часть;

3 – выходная часть;

4 – отверстия для замера давления.

Труба Вентури называется длинной, если диаметр выходного конуса равен диаметру трубопровода, и короткой, если он меньше диаметра трубопровода.

Сужающие устройства — простые дешевые надежные средства измерения расхода. Градуировочная характеристика стандартных сужающих устройств может быть определена расчетным путем, поэтому отпадает необходимость в образцовых расходомерах. Сужающее устройство является индивидуальным для каждого расходомера.

Из перечисленных сужающих устройств наибольшее применение нашли диафрагмы, поэтому приведем примеры расчета диафрагмы для измерения расхода воды и влажного воздуха (газа).

Расчет сужающего устройства заключается в определении размеров его проходного отверстия.

Однотипные по устройству дифференциальные манометры и вторичные приборы могут быть использованы для различных условий измерения.

Расходомеры с сужающими устройствами универсальны, они применяются для измерения расхода практически любых однофазных (иногда и двухфазных) сред в широком диапазоне давлений, температур, диаметров трубопроводов.

Однако наряду с достоинствами эти расходомеры имеют и недостатки: нелинейная зависимость между расходом и перепадом не позволяет измерить расходы вещества менее $0,3 Q_{\text{вп}}$ ($Q_{\text{вп}}$ — верхний предел расхода вещества). Погрешность измерения в зависимости от состояния сужающего устройства, диаметра трубопровода, постоянства давления и температуры измеряемой

среды колеблется в пределах 1,5 — 3 %. При измерении расходов при малых числах Re или в трубках малого диаметра возникает необходимость индивидуальной градуировки сужающих устройств. Кроме того, длинные импульсные трубки затрудняют измерения быстроменяющихся расходов вещества.

8.4 Вихревые расходомеры

Вихревой расходомер - предназначен для измерения расхода (объёмного) жидкостей, газов, паров.

Такие колебания давления в потоке появляются в процессе образования вихрей или колебания струи, путем обтекания препятствия некоторой формы, которое устанавливается в трубопроводе.

Принцип действия вихревого расходомера построен на известной вихревой дорожке Кармана. Тело обтекания, находящееся в потоке, проходящее по вихревому расходомеру, создает сменяющиеся вихри, представляющие две вихревые дорожки. Их называют дорожками Кармана; На одной дорожке вращение происходит по часовой стрелке, на второй - против. Вихри создаются в расходомере по очереди, в первую очередь с одной стороны тела обтекания, затем - с другой. Неоднородность давления, образуют вихри, в окружающем потоке газа или жидкости. Между вихрями расстояние(длина волны) постоянно и его можно измерить. Поэтому объем, занимаемый каждым вихрем постоянен, как показано ниже.

Прохождение вихрей фиксирует датчик скорости, который расположен за телом обтекания вихревого расходомера. Если считать количество вихрей, проходящих мимо датчика скорости в единицу времени(частоту), вычислитель вихревого расходомера определяет полный объем рабочей среды.

Измерение частоты вихрей Сенсор скорости вихревого расходомера включает в себя пьезоэлектрический элемент, измеряющий частоту вихрей. При образовании вихря на пьезодатчик действует деформирующая сила, которая преобразуется в электрический сигнал. Частота этого переменного сигнала пропорциональна частоте образовавшихся вихрей. Для чисел Рейнольдса более 5000 коэффициент пропорциональности между частотой образовавшихся вихрей и скоростью потока рабочей среды практически не зависит от числа Рейнольдса. По этой причине вихревые расходомеры с хорошей точностью измеряют скорость потока независимо от типа среды.

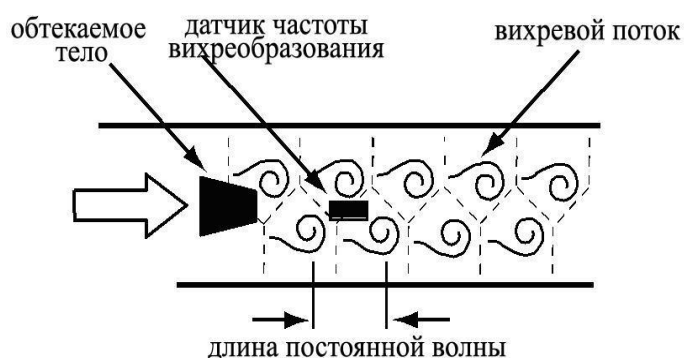


Рисунок 9 – Принцип измерения вихревого потока по «дорожке Кармана»

Преимущества вихревых расходомеров:

- Надежность и простота в эксплуатации;
- Отсутствие движущихся частей;
- Высокая точность измерений;
- Большой диапазон измерения по давлению и температуре, диаметру трубы;
- Подходит практически для всех жидких и газообразных сред;
- Стабильность показаний;
- Нечувствительность к загрязнениям и отложениям.

9 Приборы с непрерывно движущимся телом

9.1 Тахометрические расходомеры

Тахометрическими называются расходомеры, в которых скорость движения рабочего тела пропорциональна объемному расходу измеряемой среды. В большинстве случаев рабочее тело-преобразователь расхода (турбинка, шарик и т. д.) — под действием потока вращается. В зависимости от устройства тахометрические расходомеры подразделяются на турбинные, шариковые и камерные.

Тахометрические расходомеры широко используются во многих сферах промышленности. Тахометрический расходомер представляет собой скорость движения элемента, которую нужно предварительно преобразовать в сигнал, пропорциональной расходу и удобной для измерений.

Рассмотрим виды данных расходомеров.

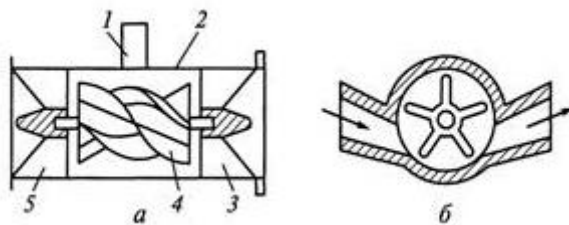


Рисунок 10 – Турбинный преобразователь расхода с аксиальной (а) и тангенциальной (б) турбинками.

1 – тахометрический преобразователь;

2 – корпус преобразователя;

3,5 – струевыпрямители;

4 – турбинка;

Турбинные расходомеры используются для измерения расходов жидкости, помимо очень вязких и загрязненных. Для измерения расхода газа их используют реже вследствие его малой плотности. Так же в газовой среде ускоряется износ подшипников.

Корпус 2 преобразователя (рисунок 10): отрезок трубки с двумя фланцами для подсоединения его к трубопроводу. В корпусе установлены струевыпрямители 3 и 5, соединенные неподвижной осью, на которой расположена турбинка 4. Частота вращения турбинки пропорциональна объемному расходу измеряемой среды. Тахометрический преобразователь 1 способствует преобразованию в частоту выходного напряжения, далее в аналоговый выходной сигнал. Измерения частоты вращения турбинки проводятся счетным механизмом.

Преимуществом турбинных расходомеров является возможность измерения расходов в диапазоне $5 \cdot 10^{-9} \text{—} 2 \text{ м}^3/\text{с}$ на трубопроводах диаметром 4—750 мм при температуре $-240 \dots +700 \text{ }^\circ\text{C}$ и давлении до 250 МПа. Данные расходомеры обладают малой инерционностью.

К недостаткам можно отнести влияние вязкости измеряемой среды, износ опор (нельзя измерять расход сред, содержащих взвешенные частицы, особенно если они обладают абразивными свойствами).

Шариковые расходомеры содержат в качестве подвижного элемента шарик, непрерывно движущийся в одной плоскости по внутренней поверхности трубы под воздействием вращающегося потока. Скорость движения шарика по окружности трубы пропорциональна объемному расходу жидкости.

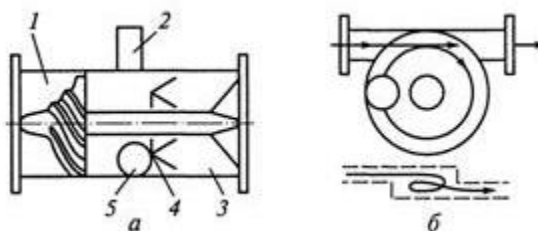


Рисунок 11 – Шариковые преобразователи расхода.

а – для больших расходов; б – для малых расходов; 1 – формирователь; 2 – тахометрический преобразователь; 3 – струевыпрямитель; 4 – ограничительное кольцо; 5 – шарик.

Формирователь 1 - закручивающий поток жидкости (рисунок 11), возбуждает движение шарика 5 по окружности. Шарик удерживает ограничительное кольцо 4, после которого находится струевыпрямитель 3. На наружной стороне немагнитного корпуса находится тахометрический преобразователь 2. При малых расходах преобразователь не имеет формирователя для завихрения потока, и дальнейшее движение шарика по окружности возбуждается тангенциальным подводом жидкости. Данные расходомеры применяются для измерения расхода различных жидкостей плотностью 700—1400 кг/м³, и агрессивные жидкости с твердыми включениями. Погрешность равна 1,5 —2,5 %.

9.2 Кориолисовые силовые расходомеры

Кориолисовый расходомер основан на принципах механики движения. Когда технологическая жидкость входит в датчик, она разделяется. Во время работы катушка возбуждения стимулирует прохождение трубки в противоположном направлении на естественной резонансной частоте. По мере того, как трубы осциллируют, напряжение, генерируемое каждым датчиком, создает синусоидальную волну. Это указывает на движение одной трубки относительно другой. Временная задержка между двумя синусоидальными волнами называется Delta-T, которая прямо пропорциональна массовому расходу.

Принцип работы расходомеров Кориолиса

Кориолисовые массовые расходомеры измеряют силу, возникающую в результате ускорения, вызванного массой, движущейся в направлении (или от) центра вращения. Этот эффект можно испытать, когда вы едете на карусели,

где движение к центру заставляет человека «наклоняться» к вращению, чтобы поддерживать равновесие. По отношению к расходомерам эффект может быть продемонстрирован потоком воды в контуре гибкого шланга, который «качается» назад и вперед перед телом обеими руками. Поскольку вода течет в стороны и удаляется от рук, образуются противоположные силы и вызывают завихрение шланга. Они составляют около 21% всех проданных расходомеров.

В массовом расходомере Кориолиса «качание» генерируется вибрацией трубки (труб), в которой протекает жидкость. Количество завихрений пропорционально массовому расходу жидкости, проходящей через трубку (трубки). Датчики и передатчик массового расходомера Кориолиса используются для измерения завихрения и генерации линейного потока.

Плюсы и минусы:

Эта технология имеет высокую точность, может обрабатывать санитарные приложения, одобрена для передачи под стражу и является очень надежной и низкой стоимостью обслуживания. Массовый расход более важен, чем объем для жидкостей, предназначенных для производства энергии. К ним относятся нефтяные жидкости и природный газ, сжатые и сжиженные. Стоимость высокая, особенно для линейных размеров выше четырех дюймов. Падение давления может быть рассмотрено для конструкций труб с U-образной формой и жидкостей с высокой вязкостью.



Рисунок 12 – Кориолисовый массовый расходомер (Эмерсон Micro Motion HPC01).

Применение массового расходомера кориолиса:

Кориолисовые массовые расходомеры измеряют массовый расход жидкостей, таких как вода, кислоты, нефть. Поскольку измеряют массовый расход, на измерение не влияют изменения плотности жидкости. Многие приложения для массовых расходомеров Кориолиса обнаруживаются в химических процессах, где жидкости могут быть коррозионными и в противном случае их трудно измерить. Кроме того, относительная нечувствительность к плотности позволяет использовать массовые расходомеры Кориолиса в приложениях, где физические свойства жидкости не

являются хорошо известными. Эти расходомеры могут также использоваться в химических системах подачи, которые имеются в большинстве отраслей.

Отрасли, в которых используется:

Промышленности в порядке более высокого уровня - это химия, нефть и газ, продукты питания и напитки, фармацевтика, целлюлозно-бумажная промышленность, энергетика, металлы и горная промышленность, а также вода и сточные воды, за которыми следуют все остальные в небольших количествах.

Рекомендации по применению для массовых расходомеров Кориолиса

В основном используется массовый расходомер Кориолиса в верхней части диапазона расхода, поскольку работа при низких расходах может ухудшить точность.

Принцип действия:

Поступившая в сенсор жидкая среда делится на две одинаковые половины, которые проходят через эти сенсорные трубки. Движение задающей катушки (рисунок 12) приводит к тому, что сенсорные трубки колеблются с определенной тактовой частотой вверх вниз в противоположном направлении друг к другу. Если в трубе нет движения измеряемой жидкой среды – они колеблется равномерно. Как только измеряемая среда начинает перемещаться в трубе, появляются дополнительные продольные колебания.

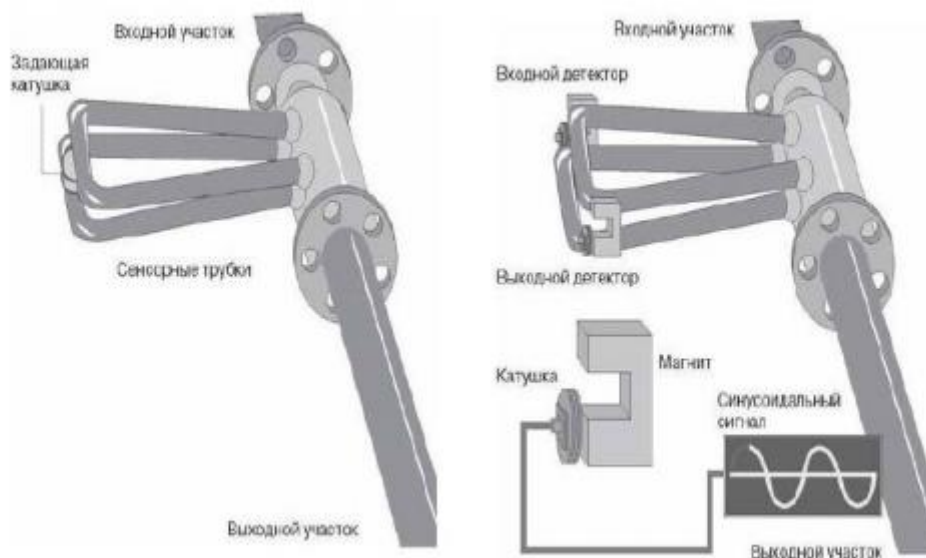


Рисунок 13 – Кориолисовый расходомер

Датчики, находящиеся на входе и на выходе из трубки регистрируют эти равномерные колебания. Детекторы, состоящие из комплекта катушек соленоидов и магнитов, устанавливаются на сенсорных трубках (рисунок 13). На одной из трубок смонтированы катушки, на другой – магниты. Постоянные магниты создают однородное магнитное поле, сквозь которое движется каждая из катушек. От каждой катушки детектора генерированное напряжение имеющее синусоидальную форму. Эти сигналы представляют собой движение одной трубки относительно другой.

10 Приборы, основанные на различных физических явлениях

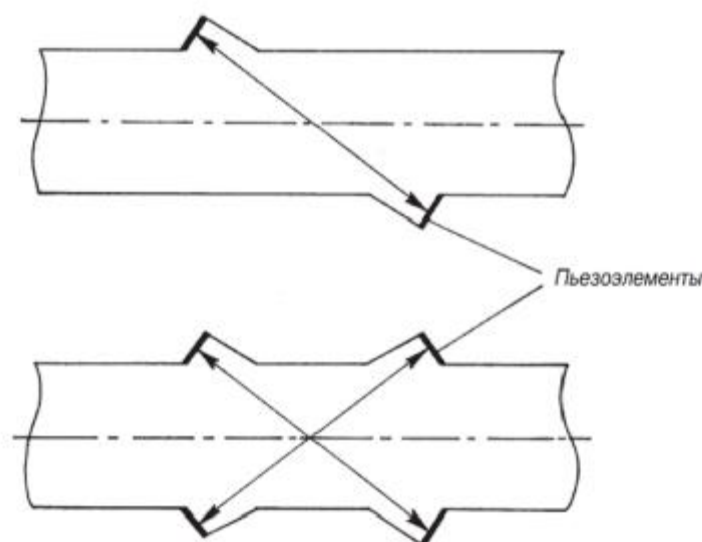
10.1 Акустические(ультразвуковые)

Ультразвуковой расходомер (доплеровский поток) представляет собой объемный расходомер, который требует частиц или пузырьков в потоке. Ультразвуковые расходомеры идеально подходят для применения сточных вод или любой грязной жидкости, которая является проводящей или

на водной основе. Ультразвуковые расходомеры обычно не работают с дистиллированной водой или питьевой водой. Ультразвуковые расходомеры также идеально подходят для применений, где требуются низкое падение давления, химическая совместимость, и низкие эксплуатационные расходы.

Основной принцип работы ультразвуковых расходомеров основывается на сдвиге частоты (эффект Доплера) ультразвукового сигнала, когда он отражается от взвешенных частиц или пузырьков газа (разрывов) в движении. Эта методика замера использует физическое явление звуковой волны, которая изменяет частоту, когда он отражается путем перемещения разрывов в потоке жидкости. Ультразвуковой звук передается в трубу с проточной жидкостью, и разрывы отражают ультразвуковые волны с несколько иной частотой, которая прямо пропорциональна скорости потока жидкости. Современная технология требует, чтобы жидкость содержит по меньшей мере 100 частей на миллион (м.д.) 100 мкм или более крупных взвешенных частиц или пузырьков.

Ультразвуковые счетчики различаются конструкцией первичных преобразователей и построением измерительных схем. Для измерения значений расхода жидких сред, используют высокие частоты акустических колебаний (0,1-10 МГц). При измерении загрязненных сред частоты акустических колебаний уменьшают до нескольких десятков кГц. В подобном случае длина волны будет больше диаметра воздушных пузырей или твердых микрочастиц. У первичных преобразователей основными элементами в ультразвуковых расходомерах являются излучатели и приемники колебаний.



На рисунке 14 изображена схема первичного преобразователя расхода.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3Б	Швецов Станислав Сергеевич

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	-Проект выполняется в лаборатории контроля неэлектрических величин. 18, 605. -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 200 тысяч рублей -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломник
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	-Данная НИР новая, следовательно нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют -Минимальный размер оплаты труда (на 2017 год) составляет 7500руб
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	-Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследовательской работы	-Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы - SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	-Планирование работ по научно-техническому исследованию;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической	- Оценка научно-технического уровня следования,

эффективности исследования	- Оценка рисков
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. «Портрет» потребителя результатов НИР 2. Матрица SWOT Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1БЗБ	Швецов Станислав Сергеевич		

13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании методов измерения расхода воды в ЖКХ, на основе созданной физической модели узла, учета расхода воды на объекте. Объектом исследования при ее выполнении является установка, которая состоит из трех типов расходомеров и одного циркуляционного насоса.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НТИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;

2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

1.1. Техничко-экономическое обоснование НИР

В настоящее время трудно представить выпуск высококачественной и конкурентоспособной продукции без эффективного использования технологического оборудования. При этом неременным условием для достижения данного результата является обеспечение высокой и стабильной работоспособности используемых металлообрабатывающих станков. Работоспособное состояние станка определяется установленными значениями совокупности параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции в соответствии со значениями выходных параметров, определенных требованиями нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной документации). При этом под выходными параметрами станка следует понимать числовые показатели его технических характеристик, которые определяют состояние машины и её возможности по выполнению заданных функций.

Для эффективного использования металлообрабатывающего оборудования необходимо обладать информацией о его работоспособности не только в процессе эксплуатации, но и в некоторый момент времени в будущем, что составляет задачу прогнозирования работоспособности.

Коммерческого потенциала у данного исследования нет, поскольку оно выполняется в рамках ВКР и в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов.

Произведем также в данном разделе SWOT-анализ НТИ, позволяющий оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. [5] В таблице 4.4. описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 4.4 – SWOT-анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Метод измерения, на основе физической модели узла учета расхода воды на объекте; С2. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Возможность применения данного метода, для любых; С4. Актуальность метода; С5. Наличие опытного руководителя.	В1. Простая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2. Большой потенциал применения метода в России и других странах;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом	У1. Отсутствие спроса на новый метод; У2. Закрытие машиностроительных предприятий на территории РФ.

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.5 – сильные стороны проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	+	+	-
	B2	+	+	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C3C4, B2C1C2C3.

Таблица 4.6 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	B1	0
	B2	0

Таблица 4.7 – сильные стороны проекта

Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	0	-	0
	У2	+	0	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1C1C2, У2C1C4.

Таблица 4.8 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	У1	-
	У2	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса, что на данном этапе не прогнозируется, поскольку аналогов данному методу нет. Также среди угроз можно отметить низкий темп роста, ведущих отраслей

машиностроения, что в свою очередь может привести к закрытию некоторых машиностроительных предприятий.

Что касается слабых сторон, то для данного метода, во избежание их влияния, требуется привлечение опытных кадров, обеспечить обучение нового персонала со знаниями станкостроения, механики и физики.

Таким образом, несмотря на то, что коммерческого потенциала у данного исследования нет и оно в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов, результаты НТИ актуальны для предприятий, заинтересованных в познании срока службы деталей машин в разных режимах работы и возможном предотвращении поломки в будущем.

1.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Проведение численного эксперимента

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования.

Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 1):

- а) Разработка задания на НИР;
- б) Выбор направления исследования;
- в) Теоретические и экспериментальные исследования;
- г) Обобщение и оценка результатов;
- д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент-дипломник.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 4.1:

Таблица 4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Пер
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Степанов А.Б. – руководитель; Швецов С.С – студент-дипломник.
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение методов измерения расхода жидкости.	Швецов С.С
	3	Разработка метода диагностики, на основе имитирующего устройства	Степанов А.Б. Швецов С.С
	4	Календарное планирование работ	Степанов А.Б. Швецов С.С
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование проведения численных	Степанов А.Б. Швецов С.С

		экспериментов	
	6	Снятие показаний	Степанов А.Б. Швецов С.С
	7	Обработка полученных данных	Степанов А.Б. Швецов С.С
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Швецов С.С
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Степанов А.Б. Швецов С.С
Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	Швецов С.С

1.2.1 Определение трудоемкости этапов НИР

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min\ i} + 2 \cdot t_{\min\ i}}{5}, \quad (1)$$

Где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min\ i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max\ i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ.дн.;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

1.2.2 Техническая готовность темы

Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что период дипломного проектирования составляет примерно 6 месяцев, дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$V_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где V_i – удельное значение каждой работы в %;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\sum T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы.[1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнитель и	Продолжительность работ						
		$t_{\min}$ чел-дн.	$t_{\max}$ чел-дн	$t_{\text{ож}}$ чел-дн	$T_{\text{р.раб.}}$ дн	$T_{\text{к.кал.}}$ дн	$U_i, \%$	$\Gamma_i, \%$
1	Степанов А.Б. Швецов С.С	1	5	2,6	1,3	2	2,20	0,02

2	Швецов С.С	5	15	9	9	39	15,20	17,40
3	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	16	30	21,6	10,8	4	18,24	35,64
4	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	4	12	7,2	3,6	5	6,08	41,72
5	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	12	16	13,6	6,8	2	11,49	53,21
6	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	6	12	8,4	4,2	6	7,09	60,30
7	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	6	9	7,2	3,6	5	6,08	66,39
8	Швецов С.С	5	9	6,6	6,6	3	11,15	77,53
9	Степанов А.Б.							
	Швецов С.С	7	15	10,2	5,1	4	8,61	86,15
10	Швецов С.С	5	13	8,2	8,2	9	13,85	100,00
ИТОГО					59,2	79		

1.2.3 Построение графика работ

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками,

характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

[2]

Таблица 4.3 – Календарный график проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнитель	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Степанов А.Б. Швецов С.С	3					
2	Изучение методов учета расхода воды на объектах	Швецов С.С	39					
3	Разработка метода учета расхода воды, на основе физической модели	Степанов А.Б. Швецов С.С	4					
4	Календарное планирование работ	Степанов А.Б. Швецов С.С	5					
5	Планирование проведения численных экспериментов	Степанов А.Б. Швецов С.С	2					
6	Снятие показаний	Степанов А.Б. Швецов С.С	6					
7	Обработка полученных данных	Степанов А.Б. Швецов С.С	5					
8	Анализ полученных результатов, выводы	Швецов С.С	3					
9	Оценка эффективности и полученных результатов	Степанов А.Б. Швецов С.С	4					
10	Составление пояснительной записки, Сдача результатов	Швецов С.С	9					

[illegible]

 - руководитель,  - студент-дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течении 79 дней.

1.3 Смета затрат на разработку проекта

Затраты представляют собой все производственные формы потребления денег и измеримых в денежном измерении материальных ценностей, которые служат непосредственной производственной целью.

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.техн}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. [2]

Для проведения научно-исследовательской работы требуется установка, которая состоит из трех расходомеров и одного циркуляционного насоса.

Рассчитываем материальные затраты;

№	Наименование оборудования	Количество	Цена единицы оборудования, руб.
1	Вихревой расходомер «ПРОМПРИБОР ВПС-2»	1	11860
2	Магнитоэлектрический расходомер «МастерФлоу»	1	16500
3	Механический расходомер «Водоучет»	1	1400
4	Насос циркуляционный «GROSS 25-80G»	1	4100

Итого: стоимость всего оборудования составляет 33860 руб.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. [2]

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{\text{ам.обор}}$, по следующей формуле

$$I_{\text{ам. обор}} = \left(\frac{T_{\text{исп. обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где $T_{\text{исп.обор}}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с. обор.}}},$$

где $T_{\text{с.с. обор.}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.комп}} = \left(\frac{T_{\text{исп.комп}}}{365} \right) \cdot K_{\text{комп}} \cdot H_a = \left(\frac{70}{365} \right) \cdot 33860 \cdot \frac{1}{15} = 433$$

Так как для исследования нужен только компьютер, то $I_{\text{ам.комп}} = I_{\text{ам.обор}}$

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск;
- другие виды выплат. [4]

Примем, что полный фонд заработной платы ($\Phi_{зп}$):

$$\Phi_{зп} = 28000 \text{руб},$$

Отчисления на социальные нужды выражаются в виде единого социального налога, который включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Единый социальный налог – 30%.

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ($I_{\text{соц.отч.}}$):

$$I_{\text{соц.отч.}} = ЕСН = 0,3 \cdot \Phi_{зп} = 0,3 \cdot 28000 = 8400$$

Накладные расходы используют на следующее:

- 1) затраты на текущий ремонт;
- 2) амортизацию основных производственных фондов;
- 3) затраты на охрану труда и пожарную безопасность.

Для проектных отделов накладные затраты составляют 200% от полного фонда заработной платы. Тогда: $I_{\text{накл.расх.}} = 2 \cdot \Phi_{зп} = 2 \cdot 28000 = 56000 \text{руб},$

Рассчитываем себестоимость проекта ($K_{\text{проекта}}$).

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{ам.обор}} + \Phi_{зп} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{соц.отч.}} = 432 + 28000 + 56000 + 8400 = 92832$$

Рассчитываем плановые накопления (ПР). Стоимость проекта включает в себя 30% прибыли, таким образом:

$$\text{ПР} = 0,3 \cdot K_{\text{проекта}} = 0,3 \cdot 92832 = 27849,6$$

Рассчитываем стоимость проекта (Ц).

$$\text{Ц} = K_{\text{проекта}} + \text{ПР} = K_{\text{проекта}} + \text{ПР} = 92832 + 27849,6 = 121681,6$$

Таблица 4.9 - Смета затрат на научно-исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Амортизация оборудования	$I_{\text{ам,обор}}$	432

Затраты на оплату труда	ЗП	28000
Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отч}}$	8400
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	56000
Себестоимость проекта	$K_{\text{проекта}}$	92832
Плановые накопления (прибыль)	ПР	27849,6
Стоимость проекта (цена)	Ц	121681,6

Исходя из расчетов и полученных результатов приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что данная научно исследовательская работа входит в обозначенные бюджетные ограничения, так как стоимость проекта равная 121681,6 рублей, меньше приблизительной суммы затрат равной 200 тысяч рублей.

1.4 Оценка целесообразности исследования

1.4.1 Оценка научно-технического уровня следования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * P_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

P_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 4.3.1 - Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,7
Теоретический уровень	0,6
Возможность реализации	0,5

Таблица 4.3.2 - Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 4.3.3 - Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	6
Элементарный анализ результатов исследования	3

Таблица 4.3.4 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,5$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,7*9+0,6*6+0,5*4 = 11,9.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

1.4.2 Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст

возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 1.2-1.6.

Таблица 4.3.5 – Социальные риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Низкая квалификация персонала	0	2	0,061	0
2	Непросвещенность предприятий о данном методе	50	4	0,168	8,928
3	Несоблюдение техники безопасности	25	6	0,23	6,25
4	Увеличение нагрузки на персонал	50	4	0,168	8,928
	Сумма		16	0,627	24,1

Таблица 4.3.6 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	2	0,029	1,960
2	Экономический кризис	25	3	0,049	0,980
3	Непредвиденные расходы в плане работ	25	5	0,126	5,862
4	Сложность выхода на мировой рынок	75	6	0,136	10,29
	Сумма		16	0,34	19,92

Таблица 4.3.7– Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	6	0,24	5,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	8	0,313	7,0357
	Сумма		14	0,553	12,2857

Таблица 4.3.8 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
---	-------	-------	-------	-------	-----------------

1	Развитие конкурентных методов	50	5	0,135	8,936
2	Отсутствие результата в установленные сроки	25	6	0,123	6,25
3	Несвоевременное патентование	25	8	0,176	3,657
	Сумма		19	0,434	18,843

Таблица 4.3.9 – Общие риски

№ п/п	Риски	b_i	w_i	$b_i * w_i$
1	Социальные	16	0,627	10,03
2	Экономические	16	0,34	5,44
3	Технологические	14	0,553	7,742
4	Научно-технические	19	0,434	8,246
Итого				31,458

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики.

2) Определен полный перечень работ, проводимых при компьютерном моделировании. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 95 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 79 календарных дней.

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 121681,6рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом, проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.

