**Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»**

**Разработка отечественного массового кориолисового расходомера для нефтегазовой промышленности с функцией измерения расхода многофазных потоков**

**Соглашение № 14.578.21.0191 от 03.10.2016**

**Руководитель д.т.н., проф. А.Л. Шестаков.**

**Этап 3**

**Выбор направления исследований и теоретические исследования**

**(01.01.2018–31.12.2018)**

1. **Цель проекта**

**Задача, на решение которой направлен проект**

Повышение экономичности и эффективности измерения расхода нефтеводогазовой смеси, непосредственно добываемой из нефтяных скважин, путем снижения расходов на сепарацию на основе разработки отечественного массового кориолиосового расходомера с функцией измерения расхода многофазных потоков.

**Цель реализуемого проекта**

Конечным продуктом, создаваемым с использованием результатов, полученных при выполнении проекта, является кориолиосовый расходомер с функцией измерения расхода многофазных потоков.

Кориолисовый расходомер является одним из самых востребованных приборов в сфере коммерческого учета потребления жидких и газообразных материалов, что в первую очередь, связано с высокой точностью их работы и возможностью измерения как объёмного, так и массового расхода. Однако эти качества кориолисового расходомера в полной мере проявляются лишь при работе с однородной (однофазной) средой. Появление в измеряемой среде возмущающей компоненты, в частности газа в жидкой среде, приводит к резкому росту погрешности измерения, вплоть до выхода прибора из строя.

Это приводит к необходимости каким-либо образом, например, с помощью предварительной сепарации, контролировать содержание возмущающей фракции. Применение дополнительных операций повышает стоимость самого прибора и его эксплуатации, а также приводит к ограничениям при измерении расхода.

Это существенно ограничивает возможности использования прибора в таких ключевых применениях, как измерение газового конденсата, сжиженных склонных к вскипанию технологических газов. Особую актуальность такая задача приобрела в связи с необходимостью измерять расход нефтеводогазовой смеси, непосредственно добываемой из нефтяных скважин. Такие измерения, осуществляемые автоматизированными групповыми замерными установками (АГЗУ), во-первых, дают информацию, позволяющую качественно эксплуатировать скважину, а, во-вторых, обязательны для целей контроля за недропользованием и исчисления соответствующих налоговых выплат. Требования к таким измерениям сформулированы в ГОСТ Р 8.615-2005.

Цель проекта: подготовка научно-технологического задела для создания и, в перспективе, серийного выпуска отечественных кориолисовых расходомеров, позволяющих обеспечить работу в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005 при измерении объемно-массовых параметров сложных газо-жидкостных смесей.

1. **Основные результаты проекта**
2. Разработана Программа и методики исследовательских испытаний Макетов экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров (КР).
3. Проведены исследовательские испытания макетов экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров. Для выполнения работ использован центр коллективного пользования ЦКП «Экспериментальная механика» (<http://www.ckp-rf.ru/ckp/463584/>).
4. Выполнен анализ адекватности разработанных математических моделей на основе результатов стендовых исследовательских испытаний. В результате:

– предложены новые высокоскоростные методы оценки первичных параметров расходомера;

– проведены работы по адаптации стандартных алгоритмов к требованиям, обеспечивающим их применимость для кориолисовых расходомеров;

– предложен способ расширения вектора первичных параметров, позволяющий за счет корректировки ПО электронного блока снизить погрешность оценки расхода фаз потока примерно в три раза относительно исходных вариантов.

1. Проведена корректировка математических моделей КР по результатам исследовательских испытаний. В результате:

– уточнена конечноэлементная модель кориолисового расходомера;

– уточнены алгоритмы учета течения газожидкостной смеси.

1. Выполнено обобщение результатов ПНИЭР, проведена проверка их соответствия требованиям ТЗ, получена оценка результативности ПНИЭР и эффективности результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем. В результате получен научно-технический задел, позволяющий при дальнейшем развитии работ обеспечить работу кориолисового расходомера в условиях течения нефтегазоводяной смеси.
2. Изготовлен экспериментальный проливочный стенд.
3. Выполнена корректировка эскизной КД на макеты экспериментальных образцов КР по результатам исследовательских испытаний.
4. Разработан проект технического задания на ОКР по теме: «Разработка массового кориолисового расходомера для измерения расхода многофазных потоков».
5. Выполнен технико-экономический анализ обеспечения организации серийного производства КР с функцией измерения многофазных потоков
6. На основании результатов, полученных при корректировке математических моделей КР по результатам исследовательских испытаний, на третьем этапе проведены дополнительные патентные исследования, в результате которых:

– осуществлена государственная регистрация в ФИПС двух программ для ЭВМ

1. Опубликованы четыре научных статьи, индексируемые в базе данных Scopus/
2. Для выполнения работ на отчетном этапе исследовательских испытаний макетов экспериментальных образцов кориолисовых расходомеров использован центр коллективного пользования Южно-Уральского государственного университета ЦКП «Экспериментальная механика» (<http://www.ckp-rf.ru/ckp/463584/>).
3. Результаты работ по проекту послужили основой кандидатской диссертационной работы А.А. Яушева «Повышение стабильности нуля кориолисового расходомера путем учета влияния демпфирования и условий закрепления».
4. Результаты, полученные на третьем этапе выполнения НИР, рекомендовано использовать при выполнении ОКР «Разработка массового кориолисового расходомера для измерения расхода многофазных потоков».
5. **Назначение и область применения результатов проекта**

В рамках проекта создан научно-технический задел, необходимый для разработки и серийного выпуска линейки отечественных массовых кориолисовых расходомеров (МКР) для измерения объемно-массовых параметров сложных газожидкостных смесей:

– в нефтедобывающей промышленности – нефтеводогазовой смеси на скважинах в соответствии с ГОСТ Р 8.615-2005;

– в газовой промышленности – стабильного и нестабильного газового конденсата в соответствии с требованиями правил технологического и коммерческого учета;

– в химической промышленности - сжиженных технологических газов.

Разрабатываемые расходомеры планируется применить в перспективных групповых замерных установках (АГЗУ) сырой нефти ведущих отечественных производителей. Применение разрабатываемых расходомеров в АГЗУ имеет следующие перспективы.

1) Снижение стоимости изготовления АГЗУ за счет снижения требований к сепарации с возможностью перехода к бессепарационным методам при использовании кориолисового расходомера с повышенной устойчивостью к наличию газовых фракций.

2) Повышение эффективности функционирования АГЗУ за счет перехода к бессепарационным методам контроля дебита отдельных нефтедобывающих скважин и куста в целом и увеличения межрегламентного периода.

3) Массовые кориолисовые расходомеры с функцией измерения многофазных потоков перспективны для учета газового конденсата и сжиженных углеводородных газов.

1. **Эффекты от внедрения результатов проекта**

1) Повышение качества сырья для нефтеперерабатывающей промышленности за счет оперативного управления работой скважин.

2) Уменьшение затрат на обслуживание автоматических групповых замерных установок, повышение автономности (увеличение межрегламентного периода).

3) Замещение импорта изделий приборостроения в нефтедобывающей отрасли, вывод на рынок новой научно-технической продукции и технологий мирового уровня.