

ОАНО ВПО «Волжский университет им. В.Н. Татищева»

Проект 2

**«Сеть контроля и оценки удельного потребления энергоресурсов от
скважины до помещения»**

Авторы: И.П. Андреев, А.И. Афоничкин, А.Б. Шмелёва

На 65 листах

Руководитель проекта	п/п 10.07.2012	А.И. Афоничкин
Ответственный исполнитель	п/п 10.07.2012	И.П. Андреев

2012

Содержание

1. Резюме
 2. Введение в проект (общее для 2-х проектов)
 3. Главная проблема – отсутствие контроля (общее для 2-х проектов)
 4. Общий подход к решению проблем ЖКХ (общее для 2-х проектов)
-
5. Предыстория авторских сетей и компенсации скольжения вертушек скорости и расхода
 6. Модернизация изобретения по патенту РФ 2173467
 7. «Самокалибровка» с компенсацией скольжения вертушки по точке перегиба характеристики двигателя между турбинным и компрессорным режимами
 8. Построение цифровой сети контроля и оценки удельного потребления энергии
 9. Система контроля неоднородности текучей среды
- Приложение 1. Ориентировочный перечень закупок (общее для 2-х проектов)
- Приложение 2. Проработка изобретений с противоскольжением
- Приложение 3. Контроль влажности пара
- Приложение 4. Элементы маркетингового плана
- Приложение 5. Новое направление развития (общее для 2-х проектов)
- Приложение 6. Проект регламента по обеспечению единства измерений энергоресурсов на потоке (общее для 2-х проектов)

Резюме

Проблема. По оценкам И. Андреева в статье «Потери и хищения госэнергоресурсов» в «ЭКО» СО РАН, 2002, № 10, с. 60-70, КПД всей системы транспортировки газа и тепла от скважины газа по каждому помещению всего-навсего 7%, а должен быть минимум 50%. Как демонстрирует наша разработка в YouTube (в поиске «теплосбережение в 40 раз...») достигнут значительный эффект экономии затрат на тепло на базе Водоканала за 13 лет.

Решение. В проекте рассматриваются авторские запатентованные и заявленные способы калибровки систем учёта газа и тепла непосредственно на потоке с учётом стандартных методик расчёта удельного потребления энергии. Далее осуществляется выбор уникальных элементов сотовой связи «умного города» (NXP, Нидерланды) для цветowego отображения удельного потребления на типовых картах общего пользования (Google maps) и ручного поиска на них или с помощью моделей оптимального пути транспортировки газа и энергии от скважины до помещения или на их участках.

Маркетинг. «Умная» сеть позволит городам и регионам конкурировать по реальной удельной экономии ресурсов и улучшению жизни населения. Наиболее интересная форма управления сетью - через авторскую управляющую «калибровочную» компанию. В мировом масштабе сеть позволит успешно бороться с потеплением климата путем ограничения чрезмерного удельного потребления энергоресурсов.

Права. Разработчики и патентовладельцы элементов сети это авторы, указанные выше.

Ориентировочная стоимость НИОКР – 5 млн. руб.

Введение в проект

(общее для 2-х проектов)

Специфика проектов с конструкторской компоновкой систем, а именно им посвящены оба проекта, в серьезных опытно-конструкторских бюро (например, ОКБ двигателей НК г. Самара в советское время) начинается с разработки конструкторских программ на сборку и испытание изделий. Оценка каждого конструкторского проекта делается на основе испытаний и состоит в том, что надо «смотреть в конец действия, т.е. в цель творения, потому как невозможно понять ничего в процессе, а только из конца» (св. книга Зоар).

Если программы дают уникальные результаты, то работы продолжают, если нет, то для их разработчиков находятся другие не менее важные конструкторские работы (конструктора, расчетчика, исследователя, программиста, переводчика, патентоведа и пр.).

Из личного опыта (на постоянной основе «лучшего молодого изобретателя ОКБ» при общей численности конструкторов 1200). Время на каждую программу дается 1-3 месяца, задания обсуждаются в рабочем порядке по каждой проблеме, численность исполнителей одной программы до 1500 человек (на весь авиадвигатель), в работе одного компоновщика систем измерений и доводки, как правило, 2-3 программы одновременно, всего за 13 лет от одного компоновщика исполнено примерно 250 конструкторских программ. Далее разовые программы доводки систем остаются в архиве ОКБ, но иногда найденные технические решения патентуются и массово тиражируются сразу по всей отрасли (цифровое измерение оборотов роторов, расходов и т.д.). Иногда спускаются задания, которые не соответствуют профилю отдела измерений и годами не решаются целыми ответственными коллективами. Решения у компоновщика всегда находятся, но при очень высоком напряжении.

Поэтому в каждом сложном проекте (а данный проект сложен для понимания, что доказали некоторые непрофильные эксперты) прилагаются чертежи, графики, фотографии и особенно результаты испытаний, а рассуждения со ссылкой на учебники и правила вместо серьезных результатов испытаний всегда уходят на задний план.

При этом в ходе метрологических, макетных и натурных испытаний выявлены такие явления по данному проекту, которые ни в каких учебниках и монографиях, по нашим данным, не рассматриваются.

Например, в целом за период конструирования и испытания очень сложных систем ВПК с 1970 года и по настоящее время **выявлено и доказано, что:**

- без верных калибруемых измерений не бывает передовых изделий ВПК, верной диспетчеризации, энергосбережения и «умных» зданий и регионов, а верные измерения и отбраковка систем учёта в ЖКХ и регионах достигаются только запатентованной авторской калибровкой на местах измерений (на потоке),

- текучие среды (алкоголь, нефть, авиационный керосин, пар, жидкий водород, природный газ и пр.) в потоке при низком давлении насыщены воздухом, газом или водяным конденсатом, что обычно сказывается на точности показаний приборов и образцовых установок, и на закупорке бортовых трубопроводов как самолётов Боинг и Ан-124,

- измерение скольжения вертушки (для доводки двигателей НК-32 самолета Ту-160) позволила выявить и убедительно доказать дефекты образцовых установок, аттестованных с погрешностью 0,03%, но эксплуатируемых до того неверно,

- авторские калибраторы используются недобросовестными работниками не для пресечения потерь и хищений, а для сговора с потребителями,

- в связи со значительным снижением потребления перегретого пара он на пути к потребителю стал влажным (примерно на 50% от объема) и обычные приборы учёта на пар не могут использоваться как коммерческие,

- утверждение, что «приборы сертифицированы и поэтому показывают правильно» является ложным и в большинстве случаев выявляется неожиданной калибровкой узлов учёта на потоке,

- квартирно-домовые дисбалансы приборного учёта выше норм точности (суммарно 3%) и их нельзя перекладывать на жильцов (суммарно по дому дисбаланс 25-50%),

- показания заранее настроенных монтажниками узлов учёта сходятся с показаниями калибраторов по патенту RU 2182320 до 0,1%, что теоретически противоречит расчётам,

- огромные стационарные поверочные установки, имитирующие реальные теплосети, не позволяют Росстандарту проводить поверку теплосчётчиков, а авторские портативные калибраторы на потоке позволяют в полном объеме и к тому же намного компактнее (сравните по габаритам и производительности триггер на 2 радиолампах на 1 бит с флешкой на 1 ТБ),

- во всем цивилизованном мире измерения совмещают с самокалибровкой, где это возможно, а калибровка на потоке по расходу и теплу это наши изобретения и действующие патенты,

- не может быть доводки авиадвигателей, а также энергосбережения и снижения проектных нагрузок, без верных измерений и калибровки на потоке,

- инновационные кластерные системы не бывают с одной-единственной инновацией или диссертацией, любое нововведение ведёт к изменению всей системы и структуры управления,

- слепое копирование серьезных систем невозможно, т.к. конструктор систем упускает в программах объяснения и решения, о которых знают только разработчики и постоянные исполнители конструкторских программ (конструкторы, сборщики, испытатели),

- за результаты испытаний и эксплуатации систем отвечает только конструктор и его наниматель, однако токарь отвечает за качество исполнения чертежей, и если у него брак, то отвечает вместе с контролёром и заводом,

- перед тем, как финансировать проект выше мирового уровня, надо рассмотреть патент на изобретение и испытать макет,

- финансирование зданий и сооружений в ВПК под непонятные задачи "институтов инновационного развития" никогда не производилось, только в создание и доводку конкретного изделия из тех денег, которые выделялись на изделие бюджетом,

- сравнительные испытания однотипных изделий от 2-х конкурирующих ОКБ проводились в испытательном центре под Москвой,

- лучший конструктор систем не просит денег, ничего никому не доказывает, а при наличии условий, как в ОКБ, просто демонстрирует высокие результаты.

И т.д.

Имеются также оригинальные публикации специфических конструкторских рисков, частично выложенные, например, здесь <http://www.metodolog.ru/01552/01552.html> ,

Впрочем, в учебниках, диссертациях и некоторых законах и правилах (кроме стандартов качества ИСО) всё это не учитывается и ведёт к отрицательным результатам (сбоям, помехам, плохим техническим характеристикам в эксплуатации и т.д.).

ПРОЕКТ с минимально необходимыми конструкторскими обоснованиями и документами выложен также здесь:

<http://vuit.ru/proekt2.pdf> - описание проекта 2.

ПРИМЕЧАНИЕ. Размещение 2-х проектов на сайте Университета открывает широкие возможности для тиражирования 2-х ссылок в электронных рассылках, популярном авторском блоге посещаемостью 1,3 млн. в RV.ru и для автоматического

перевода проектов и запатентованных технологий в разных странах с помощью браузера Google. Изучение проектов и технологий особенно важно не только для улучшения ЖКХ и экономии бюджетных денег и коммунальных затрат, но и для борьбы с потеплением климата путем ограничения чрезмерного удельного потребления энергоресурсов при одновременном росте численности населения Земли (свыше 9 млрд.) и роста их энергетических потребностей, особенно в транспорте. Но о топливной системе всего транспорта это уже отдельный инновационный системный проект и новый кластер.

Главная проблема энергосбережения – отсутствие верного учёта воды и тепла (общее для 2-х проектов)

Основная проблема, порождающая цепочку других проблем ЖКХ, состоит в том, что практически все системы приборного учёта воды и тепла сконструированы неверно, навязаны жильцам, ЖКХ, предприятиям и допускают серьёзные хищения вместо добровольного достижения жильцами энергосбережения до мирового уровня примерно в 3-5 раз. Сейчас, по нашим данным, квартирно-домовой дисбаланс по воде (наш ~30,7%) составляет 25-50% и разница переносится на тех потребителей, у кого счётчики не установлены или кто не ворует воду.

Рассмотрим самую простую типовую конструкцию квартирного узла учёта **воды** с 4 описанными нами методами тестирования (хищения):



- с отводом воды (тепла, газа, нефти и т.д.) от сертифицированного и поверенного на заводе счётчика,



- с торможением вертушки проволокой или трубкой, пропущенной с помощью трубки - направляющего аппарата,



- с торможением вертушки «ржавым гвоздём» или железным стержнем, перемещаемым по немагнитной трубе и фиксируемым на счётчике с помощью сильного магнита,



- с частичным размагничиванием или намагничиванием «антимагнитной» муфты счётчика, а для разнообразных счётчиков с электроникой воздействием магнитных полей, ультразвука и т.д.

По теплу и горячей воде системы приборного учёта тоже не соответствуют установленным нормам точности измерений = 4%, например, по самому 1-му акту проверки нашей технологии погрешность равнялась $3,9 : 5,8 = 67\%$, по остальным (без предварительной настройки систем учёта) получены аналогичные результаты, в т.ч. в 2012 году.

АКТ № 1 от 26 августа 2003г.

проверки технологии калибровки узлов учета по патенту РФ № 2182320 на объекте МДП-1 ОАО ТЕВИС г.Тольятти

Мы, нижеподписавшиеся,
Представители ОАО ТЕВИС: начальник Тепловой инспекции Горлин С.Г., заместитель начальника ТИ Туркин А.В., ведущий инженер ТИ Ирзыева Г.И.
Патентовладелец Андреев И.П.
составили настоящий акт о том, что на узле учета тепловой энергии и теплоносителя здания МДП-1 было произведено экспериментальное определение расходов сетевой воды с целью опробования работы калибратора узлов учета.

Расход сетевой воды определялся следующими способами:

1. По показаниям «образцового» расходомера ИПРЭ-7 калибратора.
2. По показаниям канала измерения расхода регулирующего клапана BALLOREX.
3. По показаниям каналов измерения расхода теплового счетчика СТД.

Результаты измерения следующие:

1. По показаниям «образцового» расходомера ИПРЭ-7: $G1 = G2 = 5,8 \text{ м}^3/\text{час} \Delta G$.
2. По каналам измерения расхода регулирующего клапана BALLOREX: $G1 = G2 = 5,7 \text{ м}^3/\text{час}$.
3. По каналам измерения расхода теплового счетчика СТД: $G1 = 2,8 \text{ м}^3/\text{час}$, $\Delta G = 3 \text{ м}^3/\text{час}$, $G2 = 1,9 \text{ м}^3/\text{час}$, $\Delta G = 3,9 \text{ м}^3/\text{час}$.

Каналы измерения температуры были отключены.

Выводы:

1. Имеются существенные отклонения показаний каналов измерения расхода теплового счетчика СТД относительно «образцового» средства измерения ИПРЭ-7.
2. Показания канала измерения расхода регулирующего клапана BALLOREX практически совпадают с показаниями «образцового» средства измерения ИПРЭ-7.
3. Узел учета тепловой энергии и теплоносителя на МДП-1, как коммерческий, не соответствует нормам точности.

Заключение: целесообразно продолжить работы в данном направлении.

Подписи: _____ (Горлин С.Г.)
 _____ (Туркин А.В.)
 _____ (Ирзыева Г.И.)
 _____ (Андреев И.П.)



Акт калибровки узла учета тепла по объекту МДП-1 от 05.05.2012 года

1. Расход: подача (м ³ /ч)	- 2,63
обратка (м ³ /ч)	- 2,63
калибровка (м ³ /ч)	- 2,51
Температура: подача (°C)	- 65,8
обратка (°C)	- 66,3
калибровка (°C)	- 66,4

Максимальная разница показаний:
 $(2,63 - 2,51) / 2,51 = 4,78\%$ - не в норме.
(Норма $\sqrt{2\% + 0,5\%} = 2,06\%$).

2. Расход: подача (м ³ /ч)	- 0,45
обратка (м ³ /ч)	- 0,01
калибровка (м ³ /ч)	- 0,136

Максимальная разница показаний:
 $(0,45 - 0,136) / 0,136 = 230,9\%$ - не в норме.

Вывод: не в норме погрешность измерения расхода
- 4,78% - на номинальном расходе,
- 230,9% - на «квартирном» расходе. (min)

Начальник ТИ
Владелец пат. РФ №2182320, к.т.н.

С.Г. Горлин
11.05.2012
И.П. Андреев

Акт калибровки узла учета тепла на объекте ООО «Трэк» (бывший «Капитал») от 11.05.2012 года

1. Расход: подача ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,34
обратка ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,52
калибровка ОАО «ТЕВИС» (м ³ /ч)	- 13,14
Температура: подача ООО «Трэк» (°C)	- 75,0
обратка ООО «Трэк» (°C)	- 74,15
калибровка ОАО «ТЕВИС» (°C)	- 74,7
2. Расход: подача ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,52
обратка ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,52
калибровка ОАО «ТЕВИС» (м ³ /ч)	- 15,88
Температура: подача ООО «Трэк» (°C)	- 75,4
обратка ООО «Трэк» (°C)	- 74,77
калибровка ОАО «ТЕВИС» (°C)	- 75,2
3. Расход: подача ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,53
обратка ООО «Трэк» (м ³ /ч)	- 13,522
калибровка ОАО «ТЕВИС» (м ³ /ч)	- 0,641
Температура: подача ООО «Трэк» (°C)	- 75,24
обратка ООО «Трэк» (°C)	- 72,16
калибровка ОАО «ТЕВИС» (°C)	- 74,6

Вывод: следующие погрешности не в норме:
1. Расход 13,5 м³/ч не меняется в течение 0,5-1 часа, что для измерений недопустимо и ведет к погрешности 15,88 - 13,52 = 2,3 м³/ч (14,5%) в пользу ООО «Трэк».
2. По разнице температур: $(75,24 - 72,16) / (75 - 55) = 3,08 / 20 = 15,4\%$ - погрешность, обусловленная большой разницей равных температур и приведенная к тепловой энергии (режиму ГВС 75/55).

Начальник ТИ
Владелец пат. РФ № 2182320, к.т.н.

С.Г. Горлин
И.П. Андреев

В тоже время при заранее выполненными наладчиками настройках систем приборного учёта, тем более с нарушением прав патентовладельца на использование технологии калибровки по патенту RU 2182320, наблюдалась следующая уникальная

При оценке верности учета тепла на 3-х объектах (акты 1-3) установлено:

1. МДП-1 ОАО «ТЕВИС»
Расходы по вычислителю: G1 = 10,528 т/ч и G2 = 10,578 т/ч, разница 0,05/10,528 = 0,47% при норме $\sqrt{2^2 + 2^2} = 2,8\%$

Расходы по вычислителю: G1 = 2,9865 т/ч и G2 = 2,9459 т/ч, разница 0,0406/2,9865 = 1,36%.

Расходы по вычислителю: G1 = 0,9748 т/ч и G2 = 0,9442 т/ч, разница 0,03/0,9748 = 3,07% при норме 2,8%.

Расходы по вычислителю: G1 = 10,46 т/ч и G2 = 10,44 т/ч, разница 0,02/10,46 = 0,2%.

2. Вводимая в строй сеть супермаркетов
Расходы по вычислителю: Q1 = 19,69 м³/ч и Q2 = 19,67 м³/ч, разница 0,02/19,69 = 0,1% при норме 2,8%.

Температура по вычислителю t1 = +74,13°C и t2 = +74,01°C, разница 0,1°C.

3. Строящийся административно-торговый комплекс
Расходы по вычислителю:
Q1 = 20,256 м³/ч и Q2 = 20,112 м³/ч, разница 0,144/20,256 = 0,7% при норме 2,8%.

Q1 = 2,592 м³/ч и Q2 = 2,594 м³/ч, разница 0,002/2,592 = 0,08% при норме 2,8%.

Закключение

1. Неправдоподобные погрешности, выделенные курсивом, могут быть связаны с недопустимой настройкой вычислителей узлов учета тепла как на заводе-изготовителе программным путем, так и в процессе эксплуатации.

«метрологическая» картина высочайшей точности самой технологии (см. п. 2, крупный объект «О,кей») – 0,1% по теплу, 0,1°C – по температуре (Энергоаудит, 2007, № 1, с. 12). Наладчики подтвердили факт применения патента. Это исследование привело к нашему немедленному расторжению договора с недобросовестным поставщиком тепла, не осуществившим при выполнении договора

предварительного пломбирования отводов для выявления реального состояния дефектных систем приборного учёта.

Общий подход к решению энергетических проблем ЖКХ

(общее для 2-х проектов)

Общий подход состоит в применении авторской Единая технология (по главе 77 ГК РФ) калибровки и конструирования систем (другие «единые технологии» по смыслу ГК РФ в Интернете почему-то практически не упоминаются), но только для систем учёта и сбережения энергоресурсов на трубопроводах. Единая технология решает по меньшей мере сразу 4 существенные проблемы энергетики и ЖКХ:

1. Достоверного учёта и обследования энергоресурсов на потоке

Лучшее, что можно сейчас использовать для калибровки систем приборного учёта расхода на потоке без авторских изобретений это вот такие большие и дорогие современные трубошаровые установки на прицепах, с которыми к тепловым пунктам жилых домов не подъедешь и учёт тепла с ними не узаконишь из-за ограниченной информативности:



Авторские технологии существенно информативнее, компактнее и дешевле:

Патент РФ № 2173467. «1. Способ измерения скорости потока, основанный на измерении частоты вращения турбинки, установленной в потоке на валу электродвигателя, и измерении одного из электрических параметров питания электродвигателя, отличающийся тем, что определяют **точку перегиба** зависимости частоты вращения турбинки от одного из электрических параметров питания электродвигателя и по частоте вращения турбинки, соответствующей точке перегиба, определяют скорость потока». И ещё 2 пункта формулы изобретения + новая заявка на изобретение от 2012 г. по модернизации данного способа измерений (калибровки). Подробнее в тексте проекта.



18 АПР 2012

ОТДЕЛ 60 УВЕДОМЛЕНИЕ

о рассмотрении ходатайства о проведении экспертизы заявки на изобретение по существу

По результатам рассмотрения Вашего ходатайства о проведении экспертизы заявки № 2012111892/28 по существу, поступившего 27.03.2012, уведомляем Вас о том, что экспертиза заявки по существу будет проведена в отношении 2 (двух: 1, 4) независимого(ых) пункта(ов) формулы изобретения,
[x] принятой к рассмотрению по результатам проведения формальной экспертизы

Патент РФ № 2182320 (действующий, фотография калибратора тепла выше и по тексту проекта). «1. Способ калибровки системы измерения тепловой энергии и теплоносителя непосредственно на объекте их потребления, основанный на подключении с помощью кранов образцового средства измерения к трубопроводу теплоносителя, временной стабилизации параметров потока и сличении показаний калибруемой системы измерения с образцовым средством, отличающийся тем, что с помощью кранов отсекают объект потребления тепловой энергии и теплоносителя от источника подачи и возврата теплоносителя и калибруемой системы измерения, поток теплоносителя направляют с подающего трубопровода через образцовое средство на возвратный трубопровод, а при сличении показаний калибруемой системы и образцового средства учитывают разность показаний расхода, количества и температуры калибруемой системы измерения по подающему и возвратному трубопроводу». И ещё 2 пункта формулы изобретения. Срок действия патента заканчивается в 2020 году, но уже есть новые наработки.

В принципе вопрос с поверкой на потоке и борьба с хищениями новыми технологиями решается, что подтверждается многочисленными документами, протоколами и письмами, в т.ч. Росстандарта, где «черным по белому» продиктовано:

ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 10
ЗАСЕДАНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОМИССИИ
ПО МЕТРОЛОГИИ И ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ ГОССТАНДАРТА РОССИИ

2010 г.

1. СПУШАЛИ: Сообщение И.П. Андреева "О метрологическом обеспечении узлов учета энергоресурсов".
ДОКЛАДЧИК: И.П. Андреев (ЗАО "Точэнерго", г.Тольятти).

ПОСТАНОВИЛИ: 1. Поручить Управлению метрологии и ВНИМС подготовить предложения по проведению метрологического контроля и надзора узлов учета тепловой энергии и теплоносителя в эксплуатации. Срок до 1.08.2000 г.

2. Поручить Самарскому ЦСМ провести государственный метрологический контроль и надзор узлов учета тепловой энергии и теплоносителя в соответствии с предложениями Управления метрологии. О результатах проведенной работы сообщить на заседании НТК. Срок до 31.12.2000 г.

3. Считать проблему разработки и освоения методов и портативных средств поверки узлов учета энергоресурсов актуальной. Рекомендовать Министерству промышленности, науки и технологий, Министру, Минэнерго, а также региональным администрациям и потребителям тепловой энергии и теплоносителя оказывать финансовую поддержку организациям, занятым решением указанной проблемы.

4. Госстандарту России совместно с Госналогслужбой и Таможенной службой рассмотреть вопрос о законодательной базе по контролю за учетом энергоресурсов.

Зам. Председателя НТК, начальник управления метрологии *И.М.* В.М. Пахов
Секретарь НТК *И.Г.* И.Г. Кулишенко

ГОССТАНДАРТ РОССИИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ
(Госстандарт России)

Главному конструктору
сетей ЗАО «ТОЧЭНЕРГО»
И.П. Андрееву
445020, г.Тольятти,
а/я 2924

Ленинский просп., д. 9, Москва В-49, ГСП-1, 119991
тел: 236-01-00, факс: 236-02-31,
http://www.gost.ru

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ПРЕДСЕДАТЕЛЯ

17.07.2003 № В.В. 110-29/2001

Госстандарт России рассмотрел Ваше обращение на имя Президента РФ В.В.Путина от 28.04.03 по вопросу энергосбережений и считает его весьма своевременным.

В сферу деятельности Госстандарта России кроме вопросов калибровки, поверки и сертификации средств измерений, используемых при учете энергоресурсов, входят и вопросы потерь, связанные с неопределенностями измерений, проводимых поставщиками и потребителями.

Учитывая существенную роль этих потерь, по мнению Госстандарта России, Вам следует проводить свои работы в тесном сотрудничестве с метрологическими институтами Госстандарта (ВНИМС, ВНИИР, ВНИИМ им.Д.И.Менделеева). При этом, Ваши разработки в области экономии энергоресурсов могут быть взаимопользованы как институтам Госстандарта, так и ЗАО "Точэнерго". В частности, на достижение этой цели направлена и разработка портативных калибраторов для метрологического контроля систем трубопроводного учета энергетических ресурсов. Реализация разработок ЗАО "Точэнерго" при достижении запланированных показателей позволит существенно повысить эффективность работ по учету энергоресурсов.

По вопросу инновационного конверсионного проекта, удостоенного победы на конкурсе Миннауки России в 2000 г., Вам необходимо обратиться в Минпромнауки России, так как решение этого вопроса не входит в компетенцию Госстандарта России.

В.Н. Крутиков
В.Н. Крутиков

обратился по электронной почте в Федеральную службу по финансовому мониторингу. В своем письме он указал на потери и хищения энергоресурсов на трубопроводах РФ, в размере 1 трлн. долларов США. При этом необходимо отметить, что данная сумма сложилась примерно из 93% потерь происходящих от скважины, до конечного потребителя. Расчет процента потерь выполнен Андреевым в журнале Сибирского РАН «ЭКО» 2002 год, №10, стр. 60-70, подтвержденный Счетной Палатой РФ. Данное письмо

2) экономия воды в 4,6-6,1 раза при отсутствии специально тиражируемых ЖКХ монтажниками дефектов узлов учёта воды, рассмотренных выше в разделе «Главная проблема энергосбережения – отсутствие верного учёта воды и тепла»,

С П Р А В К А	
о водопотреблении и водоотведении до и после установки СХВ и СГВ	
Адрес : Молодежный б-р, 24, 26	
1. Норма расхода воды на 1 человека в сутки (по СНиП) 300 литров, в т.ч.:	
ХВ - 180 л (0,18 м3)	
ГВ - 120 л (0,12 м3)	
2. Стоимость 1 м3 ХВ и стоков - 400 руб. (по расценкам МП "Водоканал")	
Стоимость 1 м3 ГВ - 1108 руб.	
708 руб. - подогрев 1 м3	
400 руб. - стоимость 1 м3 ХВ	
Расчет по тарифам 1995 г.	
3. Количество проживающих в 2-х домах - 336 чел.	
4. Установлено счетчиков холодной воды - 160 шт.	
горячей воды - 160 шт.	
5. Норма расхода и стоимость без СХВ и СГВ	
Норма расхода горячей воды:	$336 \times 0,12 \text{ м}^3 = 40,32 \text{ м}^3/\text{сут.}$
Стоимость:	$40,32 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 30 \text{ сут.} = 1209,6 \text{ м}^3/\text{мес.}$ $40,32 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 1108 \text{ руб.} = 44675 \text{ руб./сут.}$ $44675 \text{ руб.} \times 30 = 1340250 \text{ руб./мес.}$
Норма расхода холодной воды:	$336 \times 0,18 \text{ м}^3 = 60,48 \text{ м}^3/\text{сут.}$
Стоимость:	$60,48 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 30 = 1814,4 \text{ м}^3/\text{мес.}$ $60,48 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 400 \text{ руб.} = 24192 \text{ руб./сут.}$ $24192 \text{ руб./сут.} \times 30 = 725760 \text{ руб./мес.}$
6. Норма расхода и стоимость с СХВ и СГВ:	$1340250 \text{ руб./мес.}$
Норма расхода горячей воды:	$336 \text{ чел.} \times 0,026 \text{ м}^3 = 8,74 \text{ м}^3/\text{сут.}$
Стоимость:	$8,74 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 30 = 262,08 \text{ м}^3/\text{мес.}$ $8,74 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 1108 \text{ руб.} = 9684 \text{ руб./сут.}$ $9684 \text{ руб./сут.} \times 30 = 290518 \text{ руб./мес.}$
Норма расхода хол. воды :	$336 \times 0,0296 = 9,95 \text{ м}^3/\text{сут.}$
Стоимость:	$9,95 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 30 = 298,5 \text{ м}^3/\text{мес.}$ $9,95 \text{ м}^3/\text{сут.} \times 400 = 3980 \text{ руб./сут.}$ $3980 \text{ руб./сут.} \times 30 = 119407 \text{ руб./мес.}$
	119407 руб./мес.

- экономия достигается при наличии исключительно верного учёта в квартирах и советами для жителей по г. Тольятти в 1995 г. (справка ОАО «ПЖРТ»), «странным образом» совпадающая с мировым уровнем, а при санкционированном массовом переходе с конструирования систем на фальсифицированный учёт получается брак и увеличение затрат на каждый узел учёта,

3) теплосбережение до 40 раз (по затратам)

По 2-м котлам "Китурами" мощностью 174 кВт каждый, установленным на нашем производственном здании площадью примерно 2000 кв.м в районе солябазы Комсомольского р-на г.Тольятти, получены следующие экономические результаты:

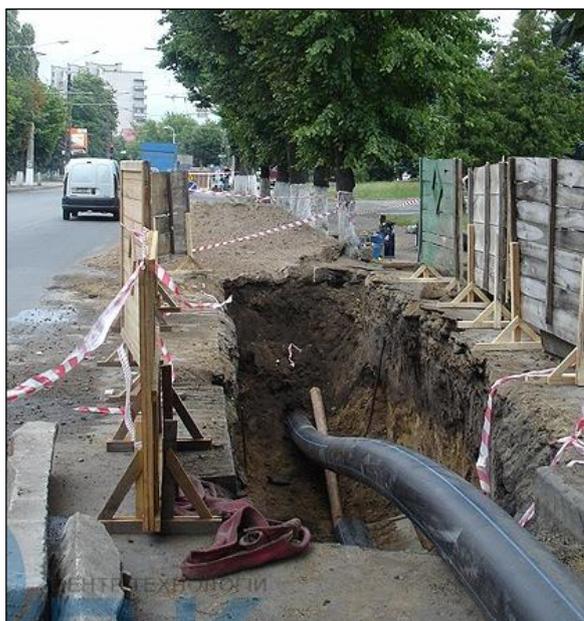
1. От здания отключена и законсервирована котельная, за получаемое тепло от которой мы платили примерно 120 тыс.руб. в месяц.

2. Смонтированные внутри здания котлы сданы в эксплуатацию 25 декабря 1998 г., не требуют содержания специального обслуживающего персонала, поэтому все расходы на эксплуатацию определяются стоимостью потребленного газа по счётчику. За январь 1999 г. плата за газ составила примерно 2,7 тыс.руб., что в 40 раз меньше того, что мы платили ранее за тот же период времени.

- при перекомпоновке системы, а смотреть видео в поиске YouTube «Теплосбережение в

3. Замены старых труб инженерных сетей городов

Проблема замены «гнилых» труб чрезвычайно важна для Самары, где чуть ли не каждый день (343 прорывов : 365 дней = ~ 1 раз в день) трубы прорывает, вода и канализация фонтанируют, а в образовавшиеся пустоты и канавы проваливаются автомашины, бульдозеры, страдают и даже погибают люди. Интернет «гудит», обливая грязью власть и всех её экспертов. «В 2007 г. провалов было 277, в 2008 – 334, в 2009 – 343, в 2010 – 341. В этом году – пока чуть более 200» - пишет мэр Самары. Подробнее: <http://news.mail.ru/politics/6791533/> . По официальным данным ЖКХ 70% коммуникаций требует замены. Если весь город перерыть и заасфальтировать заново, то будет очень большая прибыль с «золотыми парашютами», как на АвтоВАЗе, но жители в итоге ничего, кроме новых городских проблем и головной боли, не получают.



Рассмотрим влияние сбережения в 2 раза на возможность применения метода «труба в трубе», т.е. без огромных и глупых затрат на вскрытие асфальта с последующим закапыванием и асфальтированием траншей. Перейти на новую бестраншейную технологию без реального энергосбережения хотя бы в 2 раза (для перехода на трубы диаметром меньше в корень из 2 раз: 1200-900-600-400-300-200-150-100-80-50-32 мм) нельзя, т.к. нагрузка на здания и сооружения без подтвержденного энергосбережения

должна остаться прежней, проектной, согласно ГОСТам и СНиПам.

Иногда в нарушение основ гидродинамики умышленно предлагается бестраншейная прокладка труб за счёт «улучшения гидравлических» характеристик новых труб, а не снижения потребления энергоресурсов. Какое может быть «улучшение» гидравлики, если проходное сечение трубы урезается в 2 раза?

4. Реструктуризация энергетики и ЖКХ с учётом 2-х проектов

Ещё одна особенность замены старых труб инженерных сетей: трубы и механизмы проталкивания в Самаре не производят. Нет верного учёта и энергосбережения – нет нового производства, новых рабочих мест и наоборот. В целом задача на реорганизацию структур и подбор кадров ставится шире.

Вопрос о необходимости реструктуризации энергетики и ЖКХ появляется автоматически.



Городские проблемы Тольятти нам хорошо знакомы (фото с ксерокопии удостоверения) и решены на уровне идеи муниципальных объединений, в т.ч. в объединение 2 теплосетей и водоканала в МУП ПОКХ по типу ОАО «ТЕВИС».

Таким образом, вниманию предлагаются 2 проекта ЖКХ, первый касается тепла и воды с контролем и устранением хищений в зданиях и сооружениях, а второй - метрологического и сетевого обеспечения учёта любых текучих сред в трубах с контролем неоднородности среды и с отражением предпочтительных IT-направлений развития (Энергоаудит, 2011, № 3, с. 40-42, подробнее - <https://sites.google.com/site/absmeleva/>).



Список основных участников предполагаемого временного творческого коллектива и возможных соисполнителей 2-х проектов:

1. Андреев И.П., к.т.н. – главный конструктор – директор ЗАО «Точэнерго», и ответственный исполнитель, г. Тольятти
2. Афоничкин А.И, д.э.н., г. Тольятти (ВУиТ, завкафедрой маркетинга и информационных технологий в экономике)
3. Шмелева А.Б. – соисполнитель по IT-развитию, г. Самара
4. ФГУП «ВНИИМС» (метрологической службы), г. Москва, или ВНИИР (расходомерии), г. Казань
5. Росстандарт, Научно-техническая комиссия по метрологии и измерительной технике, г. Москва
6. СП «Эльстер Газэлектроника», г. Арзамас Нижегородской обл., или Арзамасский приборостроительный завод
7. ЗАО «Точэнерго», г. Тольятти
8. ОАО «Асвега», г. Таллинн, Эстония

9. Центр информационных технологий, ВУиТ
10. Русаков М.М., д.т.н., г. Тольятти (консультант ТГУ)
11. Работники участков сварки и сборки (ВУиТ и ЗАО «Точэнерго», до 40 м2)
12. Шмелева Л.И. – соисполнитель ИТ, г. Самара
13. Шмелев Б.С. – водитель, г. Самара
14. Шаповалов С.В. – руководитель ООО «ИнформЭлектро» и главный редактор журнала «Энергоаудит», г. Тольятти

Кроме того, в условиях полного забвения технического развития письмо вице-губернатора Самарской области от 08.06.2011 № А-9/351:

В очередной раз предлагаем Вам, уважаемый Игорь Петрович, доработать Ваши проекты в соответствии с установленными критериями конкурсной документации и принять участие в конкурсах, проводимых институтами инновационного развития Самарской области.

Учитывая, что в Ваших обращениях не приводятся новые доводы и обстоятельства, в соответствии с пунктом 5 статьи 11 Федерального Закона Российской Федерации от 02.05.2006 № 59-ФЗ «О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации» с Вами прекращается переписка по вопросу рассмотрения и обсуждения Ваших проектов.

Вице-губернатор –
первый заместитель
председателя Правительства
Самарской области



А.П.Нефёдов

При этом, с такой-то поддержкой, остался открытым вопрос, зачем в 2011 году вместо финансирования 2-х проектов на сумму 4 млн. руб. на Единую технологию с эффектом в \$ 1 трлн. власть в лице ИИФ Самарской области фактически открепила от Фонда 90 млн. руб. какому-то Тольяттинскому госуниверситету на «институты инновационного развития», от которых из-за слабого кадрового состава конструкторов университета никаких результатов в технике не ожидается.

ПРЕДЫСТОРИЯ АВТОРСКИХ СЕТЕЙ И КОМПЕНСАЦИИ СКОЛЬЖЕНИЯ ВЕРТУШЕК СКОРОСТИ И РАСХОДА

Именно с цифровых сетей и начиналась армейская и трудовая деятельность участника проекта И.П. Андреева. Сначала по распределению на полигоне ПВО в Капустин Яр Астраханской области сразу предложили должность, где требовался офицер с отличным знанием техники связи и РЛС в качестве ответственного за оперативную настройку цифровой и командной связи от основного командного пункта полигона ПВО. Эта связь охватывала дополнительные командные пункты, многочисленные РЛС, ракетные комплексы (С-75) и 2 аэродрома в 3-х областях (Астраханской, Волгоградской, Саратовской). На должности начальника зала за 2 года сменилось 8 офицеров, но целесообразно было согласиться до конца службы и подготовить достойную смену из 7 непосредственно подчиненных офицеров.

Следующая работа была в ОКБ двигателей НК по разработке системы цифровой передачи данных от стенда испытаний ракетных двигателей на расстояние 40 км до Измерительно-вычислительного центра ОКБ-2. Эта работа была выполнена успешно в течение 3 месяцев. Следующая работа – это 1,5 км (по сектору) цифровая сеть связи всех 8 стендов испытания авиадвигателей НК и стендов цеха 23 с ОКБ-1.

И только по завершении всех работ по связи конструкторскую работу сразу переключили на ... форсаж двигателя НК-32 самолёта Ту-160, и доводку остальных авиадвигателей. Была поставлена задача заключить договор на цифровую систему измерения расхода топлива для форсажа. Однако из готовых программируемых приборов и изобретения способа были собраны сначала стендовые цифровые системы измерения расхода топлива и оборотов роторов (по всей авиационной отрасли и Газпрому, использовавшему на магистралях НК-16СТ), в том числе таких приборов, 3 шт. на 3 ротора двигателя, и 1 шт. – в резерв:



Наконец, по личной инициативе и поддержке Н. Кузнецова резко повышена точность измерения расхода топлива на форсаже двигателей НК-32.

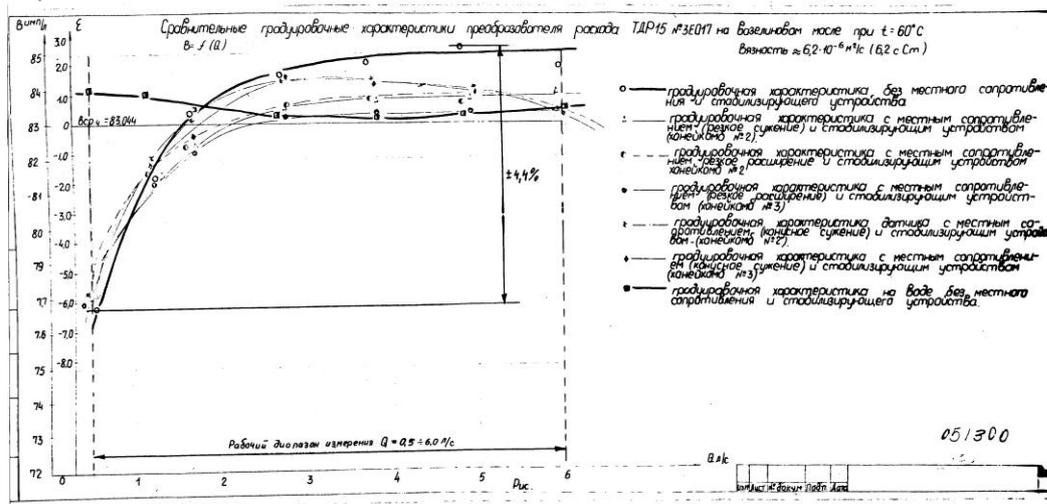
Генеральный конструктор Н.Д. Кузнецов 10.07.1978 г. подписал приказ с указанием цели и пунктом 1 следующего содержания:

Учитывая чрезвычайно важное значение достижения на изделии "Р" заданного удельного расхода топлива

П Р И К А З Ы В А Ю :

I. При снижении удельного расхода топлива на изделии "Р" относительно уровня, замеренного в ТБК на изделии Е-19 (об.№ 6 исп. № 153) выплачивать премию в размере 6000 руб. за каждые $10 \frac{\text{гр.}}{\text{кг.т. час.}}$

Чтобы оценить улучшение удельного расхода топлива в 10 грамм топлива / (кг тяги в час) необходимо было измерять расход топлива с погрешностью (это критический параметр в расчётах) не более 0,15%. При этом стало ясно, что смена марки керосина и влияние зимней температуры керосина на показания турбинных расходомеров в 6-9% уведило доводку в сторону даже в барокамерах филиала ЦИАМ, где проводились сравнительные испытания с двигателями конкурирующих ОКБ. Ошибка измерения расхода топлива сводила на нет удельный расход топлива и многолетнюю работу коллектива. Выглядит изменение показаний типового турбинного расходомера на 6-9% от вязкости топлива всего в 6,2 сСт (что соответствует температуре выбранной марки керосина примерно от минус 3оС до минус 5оС, поскольку вязкость керосина была 9 сСт при температуре минус 7оС) следующим образом (по данным самого разработчика из его внутреннего отчёта):

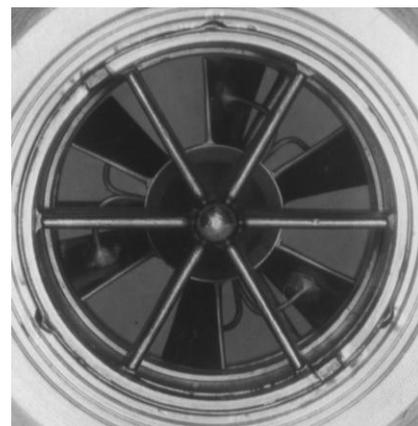


Кроме того, для форсажа такого самого мощного двигателя, как НК-32 к сверхзвуковому бомбардировщику Ту-160 (фото), требовалось создать более мощный дорожной стенд для

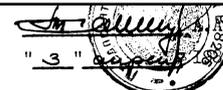
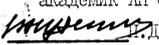
измерения большого расхода топлива или отказаться от него в пользу другого более эффективного технического решения (фото рядом). Предварительно прошло обсуждение испытанного макета и решения на научно-техническом совете предприятия под председательством Н.Д. Кузнецова, а после испытаний и доводки запатентовано и вновь доложено на НТС.

Так появилась высокоточная система (ИИС) расхода топлива с пионерской компенсацией скольжения вращающейся вертушки (по перепаду давлений) на ду 60 мм с результирующей погрешностью 0,13% для испытания авиадвигателей (НК-32 к Ту-160). Она же является основой будущих технологий по калибровке систем измерения расходов на трубопроводах, компоновки систем энергосбережения и пока упущенного роста экономики.

Кстати, эффект снижения погрешности на вязких топливах как отношении погрешности 6-9% для типового турбинного расходомера к полученной погрешности 0,13% = 46 раз. По результатам испытаний на установке РУТ-1, аттестованной с погрешностью 0,03%.



Совместное решение подтверждает повышение точности измерения расхода топлива не более 0,15% при любых типовых влияющих факторах.

 "3" г.	 г.	 академик АН СССР  Н.Д. КУЗНЕЦОВ "21" 5 1981 г.
<p>РЕШЕНИЕ Р-70/82</p> <p>совместного технического совещания представителей предприятий п/я Р-6398 и Р-6639 по инвариантным турбины ИИС определены расходы и скорости для стендовых испытаний двигателей.</p>		

достижимость заданных точностных свойств ШК: погрешностей измерения расходов топлива не более $\pm 0,15\%$ в диапазоне 4:1 на форсажных режимах работы полноразмерных двигателей.

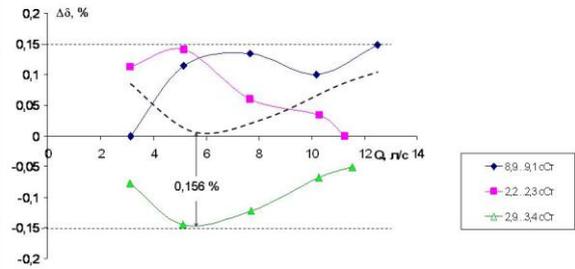
От предприятия
п/я Р-6398:

Начальник отдела
А. Г. Мерлици
Д. БУХОНОВ
Зам. начальника отдела
А. Г. Мерлици
А. Г. МЕРЛИЦИ

От предприятия
п/я Р-6639:

Зам. главного конструктора
В. М. Синилов
В. М. СИНИЛОВ
Начальник ОКБ, к. т. н.
В. И. Радченко
В. И. РАДЧЕНКО
Начальник КО-24
Т. Т. Бузнов
Т. Т. БУЗНОВ
Начальник испытательной
станции ИС-14
А. И. Нарзенов
А. И. НАРЗЕНОВ
Инженер-конструктор 2 кат.
И. П. Андреев
И. П. АНДРЕЕВ

Результирующая погрешность измерения от 0,075% вместо 5%



Как следует из графика, резервы достижения точности у вертушки с противоскольжением также велики, как, например, у тензометрического моста датчика силы или товарных весов. Сам тензометр может иметь значительную погрешность (6%), а весы – 0,1%. Аналогия с одинаковыми качественными результатами компенсации возмущений у тензометрического моста и скольжения вертушки полная.

Изобретение противоскольжения возникло не случайно, а именно из конструкторской проработки измерения скоростей и расходов в патентной библиотеке (в Москве, на Бережковской наб.). Причём об изобретении было известно только из старого патентного бюллетеня США, но самого описания ещё не было, оно совсем не из расходомерии, а из измерения скоростей и конструктивно (с электрическими контактами) крайне неудачно:

UNITED STATES PATENT OFFICE.

ROBERT S. BLAIR, OF NEW ROCHELLE, NEW YORK.

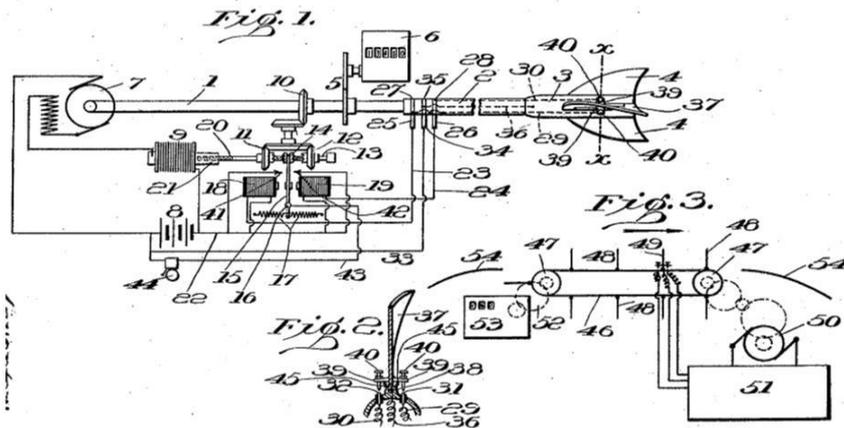
MEASURING APPARATUS.

1,244,693.

Specification of Letters Patent.

Patented Oct. 30, 1917.

Application filed May 31, 1907, Serial No. 376,635. Renewed September 26, 1917. Serial No. 193,399.



Суть высокоточной калибровки с компенсацией скольжения аксиальной вертушки в турбинных расходомерах нефтепродуктов, алкоголя, аммиака, природного газа, жидкого водорода и пр. в общих чертах и в новом развитии на опыт исследования технологии калибровки расхода с компенсацией скольжения вертушки по перепаду давлений в межлопастных каналах вращающейся вертушки по авторскому свидетельству на изобретение SU 1058315 «Турбинный преобразователь расхода И.П. Андреева».

Аналогичное описание образца дано также в журнале Института проблем управления РАН «Датчики и системы», 2006, № 3, с. 42-45. Готовые чертежи (в программе на сборку) на образец 1 имеются. При желании его можно реализовать на любом типоразмере серийного турбинного преобразователя расхода типа ТПР с осевой вертушкой от лёгких нефтепродуктов до керосина включительно и других чистых текучих сред.

Ресурс уплотнений можно увеличить и техническое решение по особенностям исполнения уплотнения можно запатентовать (такая задача при доводке авиадвигателя на форсаже не стояла).

Исследование интересно тем, что подтвердило практическую возможность впервые в мире «глубокой» компенсации скольжения вертушек непосредственно на самих вертушках и для частных случаев применения на текучих средах (нефтепродуктов, жидкого водорода, метана и т.п.). Пошаговая модернизация авторской технологии противоскольжения применительно к рассматриваемой сети контроля и оценки удельного потребления энергоресурсов от скважины до помещения приведена в приложении 2.

О ВЫСОКОТОЧНОЙ КАЛИБРОВКЕ СИСТЕМ ПРИБОРНОГО УЧЕТА РАСХОДА НА ТРУБОПРОВОДАХ

Встроенные калибровочные установки на трубопроводах весьма громоздки и дорогостоящи, поэтому редко применяются. На основе противоскольжения вертушки предложен простой вариант калибровки с очень значительной миниатюризацией и удешевлением.

▼ автор

Игорь Андреев,
к.т.н., гл. конструктор-директор
ЗАО «Точэнерго»

В качестве образцового средства калибровки расхода текучей среды на потоке целесообразно применять полнопоточную 2-лопастную измерительную вертушку (примерно такую, какая показана как 2-лопастной зонд на рис. 1). Вертушка должна быть 2-лопастной для удобства торцевого ввода в трубопровод через отверстие в трубе с малым диаметром и с противоскольжением для обеспечения высокой точности измерений.

Рассмотрим предложенные автором основы теории противоскольжения вертушки, результаты метрологических испытаний, пример реализации и перспективу применения для калибровки систем учета на трубопроводе. По аналогии с температурой и давлением новый класс образцовых средств измерений может быть назван «калибраторами расхода».

1. Функция преобразования вертушки с противоскольжением

Измерительная вертушка, являющаяся самым древним и распространенным чувствительным элементом приборов для измерения скорости и расхода потока жидкости и газа, интересна для теоретического описания и уменьшения ее погрешностей. С одной стороны, вертушка — это очень простое, дешевое, надежное и часто незаменимое устройство, подобное колесу автомобиля. С другой стороны,

вертушка теоретически плохо описано в широко доступной литературе с точки зрения компенсации погрешностей из-за сложного действия вязкости, трения в подшипниковых опорах и других влияющих величин.

Известно, что вертушка всегда скользит относительно потока и это, безусловно, не позволяет ее использовать для очень точных измерений. Погрешность измерения жидкости равна 0,25% от измеряемой величины, а газа — 1% (по турбинным расходомерам канадской фирмы Barton).

Однако краткосрочная повторяемость результатов измерений, если в потоке нет воздушных пузырьков и прочих включений, не выходит за 0,02-0,2% (по жидкости и газу), что объясняется тем, что вертушка, особенно в трубе, охватывает своим вращением все сечение потока, как бы эпюра скоростей при этом краткосрочно не менялась бы. Даже если поток такой же нестабильный, как бурный поток горной реки. Если угол атаки потока по радиусу лопастей вертушки поддерживался бы на нулевом уровне, возможности у вертушки с противоскольжением как конструктивно единого целого были бы, по мнению автора, очень неплохие [1]. Впрочем, это документально исследованный факт, причем для разных конструкций, сред (газ и жидкость), творческих коллективов и стран [2-4].

В работе [5] описаны основные факторы, влияющие на рабочие характеристики вертушки. С помощью этих факторов можно описать модель в ви-

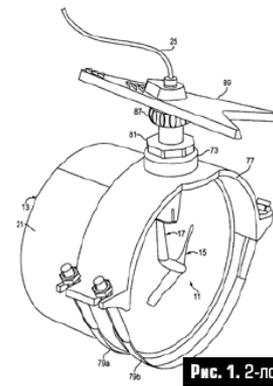


Рис. 1. 2-лопастный зонд

де регрессионного уравнения, измерить отдельные влияющие величины и далее найти коэффициенты уравнения регрессии путем планирования достаточно трудоемкого и практически бесполезного эксперимента. Многим мог бы понравиться именно такой подход. Мы его видим, например, при определении и записи углов опережения зажигания в контроллер автомобиля устаревшей модели. А для вертушки с противоскольжением мы его используем только для коррекции по результатам градуировки [2].

Предлагаемая математическая модель компенсации скольжения вертушки строится на достигнутой нами возможности измерения обобщенной влияющей величины, прямо пропорциональной скольжению, т.е. охвата практически всего факторного пространства вертушки и в первом приближении без учета температурных и иных изменений геометрических параметров втулки и трубы в процессе эксплуатации вертушки. Однако доля геометрических изменений в результирующей погрешности вертушки на 1-2 порядка ниже доли остальных существенных влияний, отражаемых на скольжении. Тем не менее, это влияние также можно учесть, поскольку оно в процессе повышения точности

становится существенным.

Реальный коэффициент преобразования вертушки

$$B = \frac{f}{Q} = \frac{n_{изм} / \tau_{изм}}{V_{po} / \tau_{изм}} = \frac{\omega n_{л}}{2\pi \pi_0 F'} \quad (1)$$

где $изм.$ — время измерения, $n_{л}$ — число лопастей аксиальной вертушки, f — частота выходного сигнала вертушки, Q — расход, ω — реальная угловая скорость вращения вертушки, V_0 — средняя скорость потока, F' — площадь живого сечения потока в плоскости, перпендикулярной плоскости вертушки.

Напротив, «идеальный» (номинальный) коэффициент преобразования вертушки

$$B_i = \frac{\omega_i n_{л}}{2\pi \pi_0 F} = \frac{n_{л}}{FH} = const. \quad (2)$$

Здесь ω_i — идеальная угловая скорость вращения вертушки, H — ход винтовых поверхностей, образующих лопасти вертушки.

Поэтому скольжение вертушки в первом приближении

$$S = 1 - \frac{P_{\varepsilon_2}}{P_{\varepsilon}} = \frac{\Delta P_{\varepsilon}}{P_{\varepsilon}} \quad (3)$$

а, следовательно, может быть оценено по результатам определения геометрических параметров вертушки и по результатам градуировки.

Аналогичное скольжение ротора асинхронного электрического двигателя во вращающемся магнитном поле, что имеет отношение к приводу вертушки [4], есть отношение потерь ΔP_{ε} к мощности двигателя P_{ε} [6]:

$$S = 1 - \frac{\omega}{\omega_i} \approx 1 - \frac{B}{B_i} \quad (4)$$

На самом же деле без компенсации скольжение будет изменяться в процессе эксплуатации вертушки в довольно широких пределах, в зависимости от условий эксплуатации. В нормальных условиях эксплуатации скольжение не превысит 5%, а для тяжелых условий эксплуатации, например, при значительном увеличении вязкости среды, будет составлять десятки процентов.

Действительно, большинство существенных факторов, влияющих на скольжение, таких как износ механической части вертушки, плотность и вязкость среды потока, внешнее магнитное поле от узла съема выходного сигнала вертушки и ряд других, обра-

зуют некоторую обобщенную (генеральную) совокупность влияющих величин, определяемых скольжением. Поэтому при рандомизации испытаний вертушки отпадает необходимость создавать условия для случайного изменения каждой из влияющих величин, входящих в эту обобщенную (генеральную) совокупность. Достаточно изменять просто скольжение, как бы это ни было принципиально важно для нашего рассмотрения.

Другое дело, что и скольжение не все факторное пространство вертушки охватывает. То, что не охватено, это предварительная закрутка потока, это температурные деформации втулки вертушки, самой вертушки и трубопровода. Сюда же можно отнести деформации механических деталей от изменения давления среды, пульсации потока, наличие воздушных включений в потоке и т.д. Такие уникальные, искусственно созданные влияния легко не допустить. Могут влиять также отложения солей и смол на поверхностях вертушки, подшипников, втулки, направляющих и трубы.

При планировании испытаний вертушки отпадает необходимость в изменении большинства влияющих величин, если они не выходят за некоторое факторное пространство, охватываемое скольжением вертушки. Поэтому при испытаниях можно изменять скольжение вертушки напрямую. Это удобно. Но только после приобретения некоторого опыта.

Иными словами, математическая модель вертушки представляется в виде

$$y = F \left\{ \Psi_2 \left[\Psi_1 \left(\vec{\Theta}_1, \vec{H}_1, x \right), \vec{\Theta}_2, \vec{H}_2, x \right] \vec{\Theta}_3, \vec{H}_3, x \right\} \quad (5)$$

где $\vec{\Theta}_j$ и \vec{H}_j — многомерные векторы влияющих факторов и величин, x и y — соответственно измеряемая и выходная величины, Ψ_1 и Ψ_2 — операторы влияющих величин, F — оператор.

Для функции преобразования измеряемая величина x — это расход, Q — выходная величина, y — скорость (частота) вращения ω вертушки, $\Psi_1 = L$ — функция осевого давления, перепада давления и т.п., $\Psi_2 = S$ — скольжение вертушки. Тогда функция преобразования вертушки приобретает вид

$$\omega = f [S (\Delta L, \rho, V_0), \Omega, T, P, Q], \quad (6)$$

где ρ , T и P — соответственно плотность, температура и давление среды, Ω — закрутка потока на входе в вертушку. Чтобы функцию (6) представить в виде, удобном для создания информационно-измерительных систем, необходимо описать связь измеряемых величин со скольжением вертушки.

2. Связь перепада давления в симметричных точках лопастей вращающейся вертушки с ее скольжением

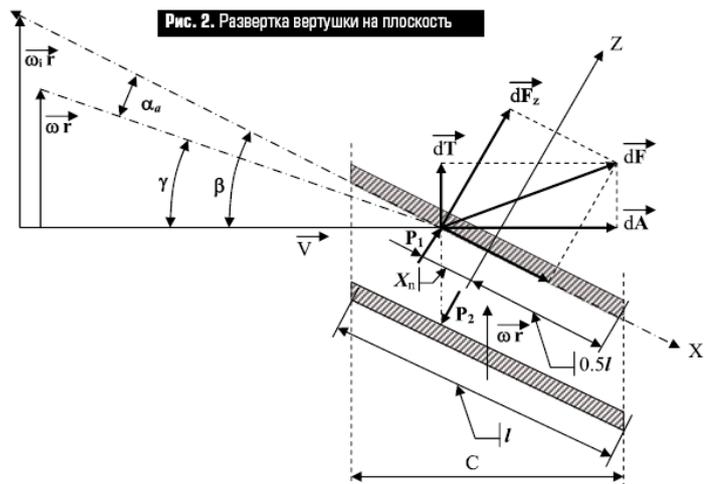
Для измерения скольжения вращающейся вертушки логично использовать перепад давления в соответствующих точках симметричного профиля межлопастных каналов вертушки.

При развертке винтовой вертушки на поверхность получим решетку пластин, как показано на рис. 2.

Угол атаки [7]

$$\alpha_a = \beta_n - \gamma, \quad (7)$$

где β_n — угол установки пластин в решетке, отсчитанный от осевого направления потока, γ — угол, характеризующий направление потока. ▶



Из треугольника скоростей находим

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \beta_n &= \frac{\omega_1 r}{V}, \\ \operatorname{tg} \gamma &= \frac{\omega r}{V}, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где V — осевая скорость потока, r — радиус.

На *рис. 2* очевидно, что

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \operatorname{tg}(\beta_n - \gamma) = \frac{\operatorname{tg} \beta_n}{1 + \operatorname{tg} \beta_n \operatorname{tg} \gamma} \quad (9)$$

$$\left(1 - \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \beta_n}\right) = \frac{\operatorname{tg} \beta_n}{1 + \operatorname{tg} \beta_n \operatorname{tg} \gamma} S$$

При малых углах атаки

$$\operatorname{tg} \alpha_a = \frac{\operatorname{tg} \beta_n}{1 + \operatorname{tg}^2 \beta_n} S = \frac{\sin(\beta_n 2)}{2} S \quad (10)$$

Следует обратить внимание на то, что при скольжениях вертушки до 1% угол атаки меньше 18°, т.е. трудноизмеряем и на уровне погрешности известных типов измерителей направления и закрутки потока.

Для отдельного пластинчатого симметричного профиля, помещенного вдоль оси OX (*рис. 1*), потенциальная теория обтекания крыловых профилей дает следующую формулу для расчета скорости на поверхности пластины [8]

$$V = \bar{V} \left[\cos \alpha_a \pm \sin \alpha_a \sqrt{\frac{0,5 \cdot l - x_n}{0,5 \cdot l + x_n}} \right] \quad (11)$$

где $\bar{V} = 0,5(V_{1oc} + V_{2oc})$ — средняя скорость потока вдоль пластинки, V_1 и V_2 — скорости потока перед пластинкой и

за ней, взятые на бесконечно большом от нее расстоянии, l — длина пластинки, x_n — координата ($-0,5l \leq x_n \leq +0,5l$). На нижней стороне пластинки корень в выражении (11) берётся со знаком «+», на верхней — со знаком «-».

Обозначим

$$\xi = \sqrt{\frac{0,5 \cdot l - x_n}{0,5 \cdot l + x_n}} \quad (12)$$

Тогда выражение (11) примет вид

$$V = \bar{V} (\cos \alpha_a \pm \xi \sin \alpha_a)$$

При малых углах атаки

$$V = \bar{V} (\cos \alpha_a \pm \xi \sin \alpha_a) \quad (13)$$

Используя уравнение Бернулли, запишем давление на профиле пластинки

$$P_n = P_0 + \frac{\rho V^2}{2} \quad (14)$$

где P_0 — статическое давление, ρ — плотность, V — скорость потока.

С учетом (13) давление в противоположных точках симметричного профиля лопасти вертушки или межлопастного канала

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= P_0 + 0,5 \rho [\bar{V} (1 + \xi 0,5 \sin 2\beta_n S)]^2 \\ P_2 &= P_0 + 0,5 \rho [\bar{V} (1 - \xi 0,5 \sin 2\beta_n S)]^2 \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

Перепад давления

$$\Delta P = P_1 - P_2 = \rho \bar{V}^2 \xi \sin 2\beta_n S \quad (16)$$

т.е. является обобщенной влияющей величиной.

Из (16) следует, что скольжение вертушки

$$S = \frac{\Delta P}{\rho \bar{V}^2 \xi \sin 2\beta_n} \quad (17)$$

Как видно из полученного выражения, если измерять перепад давления в соответствующих точках вращающейся вертушки, то можно получить достаточно полную информацию о скольжении вертушки и легко записать функцию преобразования (6) в явном виде. Последняя запись позволяет рассчитать результирующую погрешность измерений.

3. Реализация компенсации скольжения измерительных вертушек

Внешний вид преобразователя расхода с компенсации скольжения вертушки по перепаду давления на вращающихся лопастях представлен на *рис. 3 и 4*. Расходомер с результирующей погрешностью 0,13% во всем диапазоне расходов и вязкостей топлива предназначен для испытаний самых мощных отечественных авиадвигателей (для сверхзвукового самолета Ту-160) по удельному расходу топлива [2]. Испытания проведены на установке РУТ-1 ОКБ «Импульс» г. Арзамас Нижегородской области, имеющей погрешность 0,03%.

Полную компенсацию скольжения вертушки можно обеспечить также по точкам перегиба характеристики электрического двигателя, подключенного к вертушке, установленной в потоке (*рис. 5* — Линия перегиба кривых) [4]. Запатентованное изобретение легко реализуется с

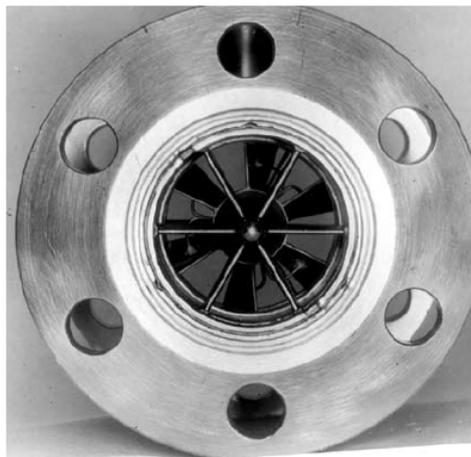


Рис. 3. «Преобразователь И.П. Андреева» (SU 1058415) с компенсацией скольжения по перепаду давления в каналах лопастей вращающейся вертушки (вид по потоку и против потока)

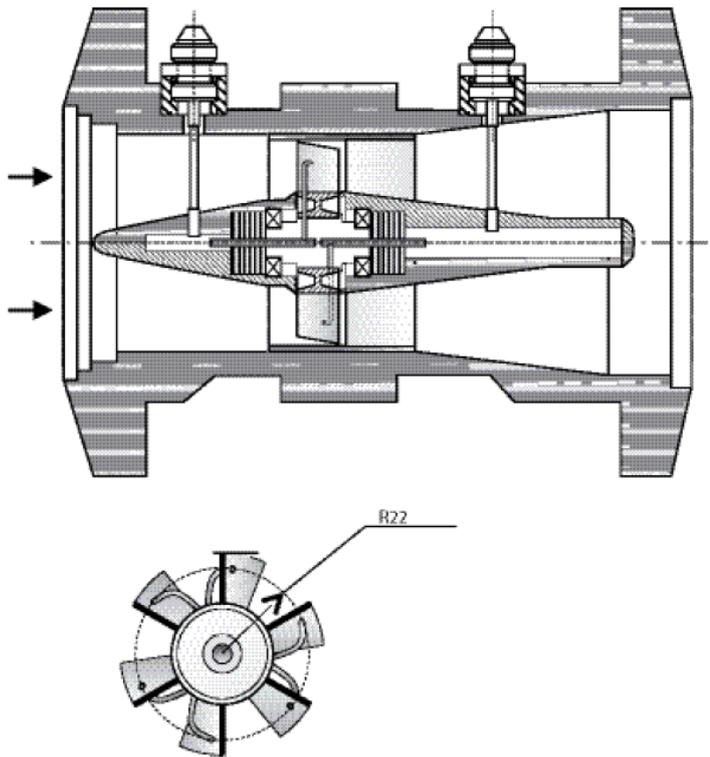


Рис. 4. Схема передачи перепада давления с вращающейся вертушки (узел съема частоты вращения вертушки с торца не показан, см. рис. 2 на стр. 48)

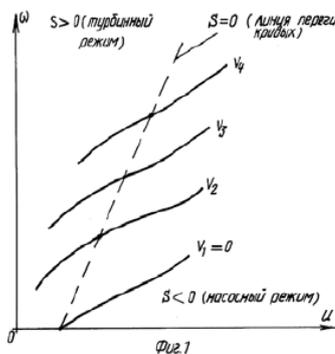


Рис. 5. Линия перегиба

помощью полноразмерного 2-лопастного зонда. Такая уверенность связана с тем, что в ходе испытаний преобразователя по рис. 3 и 4 на установке РУТ-1 выявлены метрологические недостатки самой установки. Другими словами, непонятно было, кто кого откалибровал. Официально, конечно, РУТ-1, а недостатки по стабилизации давления воздуха в весовой емкости и времени стабилизации потока РУТ-1 очень четко фиксировала вертушка в координатах «частота-скольжение». После независимого устранения недостатков РУТ-1 по стабилизации расходов и всех влияний (время стабилизации каждой точки расхода было увеличено с 10 до 45 минут!) все данные по частоте вращения и скольжению сами ложились на «свои» места с погрешностью не более 0,075%. Испытания проводились с учетом многофакторных рабочих

влияний. Это топливо, температура, вязкость, подшипники, монтаж-демонтаж, давление и т.д.

Выходит, мы имеем весьма точный и очень легкий, но чувствительный прибор для мобильной калибровки систем учета на трубопроводах — вертушку с противоскольжением. Диаметр трубопровода значения не имеет, поскольку 2-лопастная вертушка у вертолета тоже большая, несколько метров, а ее можно пропустить целиком через отверстие в трубе.

Работы прекращены по причине завершенности. Опыт препарирования и измерений был перенесен на замороженную (до температур Крайнего Севера) заднюю подшипниковую опору авиадвигателя, которая расположена между вращающимися валами. До этого нужные измерения на вращающихся подшипниках признавались практически невозможными, но с учетом приобретенного опыта были успешно выполнены на 3-х сборках двигателя.

Мы уже сравнивали способы и узлы калибровки систем учета тепловой энергии с проливными стендами, которые имитируют тепловую сеть («Энергоаудит», № 2, С. 9-11). Разница с портативным вариантом по весу и стоимости примерно в 30 раз. Здесь, с вертушкой, практически аналогичный случай, но сравнивать портативный калибратор расхода с установкой типа РУТ-1 (целое здание) или аналогичной (по возможностям, топливу и вязкости) уже нет необходимости.

Вывод

Мобильная высокоточная калибровка узлов учета текучих сред на трубопроводах любых диаметров с помощью вертушки с противоскольжением возможна и целесообразна. Выигрыш по размерам и цене портативных калибраторов расхода для комплектной проверки составляет в десятки и сотни раз по сравнению со стационарными вариантами установок для поэлементной проверки расходомеров. ©

Список литературы:

1. Lee W.F.Z., Blakeslee D.C., White R.V. A Self-Correcting and Self-Checking Gas Turbine Meter / Journal of Fluids Engineering. — 1982. — Vol. 104. — № 2.
2. Андреев И.П. Информационно-измерительная система расхода топлива для испытания двигателей / Отчет № 6866. — СНТК им. Н.Д. Кузнецова. — 1983 г. — 235 с.

3. Андреев И. П. Об исходных предпосылках автоматического исключения погрешности турбинных расходомеров от действия влияющих величин / Труды ЦИАМ № 929. — М.—1980 г. — С. 138-150.
4. Андреев И.П. Основы построения информационно-измерительных сетей учета и сбережения энергоносителей на потоке / Датчики и системы. — 2004 г. — № 2, С. 41-44.
5. Кочин Н.Е. Гидродинамическая теория решеток.

— М. — Л.: Гостехиздат. — 1949 г.

6. Круг К.А. Основы электротехники. Том 2. Теория переменных токов. — М. — Л.: Госэнергоиздат. — 1932 г. — 947 с.
7. Шейфер. Рабочие характеристики турбинных расходомеров / Техническая механика: Труды Американского общества инженеров-механиков. Русск. пер. — Серия Д. — Том 84. — 1962. — № 4, С.70-90.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ ПО ПАТЕНТУ РФ 2173467

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾

2173467 ⁽¹³⁾ **C2**

(51) МПК ⁷ G01P5/06, G01F1/10

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: по данным на 27.06.2012 - прекратил действие

Пошлина: учтена за 14 год с 27.05.2007 по 26.05.2008

(21), (22) Заявка: **94019369/28, 26.05.1994**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.05.1994

(43) Дата публикации заявки: **10.01.1996**

(45) Опубликовано: **10.09.2001**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **DE 1523168, 08.02.1973. DE 1241650,
01.06.1967. SU 163382, 22.06.1964. SU 1538131 A1,
23.01.1990. GB 1262698, 02.02.1972.**

Адрес для переписки:

445020, г.Тольятти, а/я 2924, Андрееву И.П.

(71) Заявитель(и):

Андреев Игорь Петрович

(72) Автор(ы):

**Андреев И.П.,
Перешивайлова Е.Л.**

(73) Патентообладатель(и):

Андреев Игорь Петрович

(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения скоростей и расходов потоков жидкостей и газов с повышенной точностью и в широком рабочем диапазоне. Способ основан на измерении частоты вращения турбинки, установленной на валу электродвигателя в потоке, и электрических параметров питания указанного электродвигателя. Определяют точку перегиба зависимости частоты вращения турбинки от электрических параметров питания электродвигателя, и по частоте вращения турбинки, соответствующей точке перегиба, определяют скорость потока. Устройство содержит турбинку, датчик частоты вращения турбинки, электродвигатель, подсоединенный к турбинке, генератор пилообразного напряжения, аналого-цифровые преобразователи, микроЭВМ и дисплей. МикроЭВМ содержит устройства вычисления второй производной и вычисления скорости потока по частоте вращения турбинки. Обеспечивается повышение точности измерения. 2 с. и 1 з.п.ф-лы, 4 ил.

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения скоростей и расходов потоков жидкостей и газов с повышенной точностью и в широком рабочем диапазоне, а также в составе калибровочных (образцовых) систем. Известен турбинный (вертушечный, крыльчатый) измеритель скорости потока с компенсацией трения сцепления, предназначенный, в частности, для изменения малых

скоростей потока. Он содержит присоединенный к валу электродвигатель, вращающий турбинку со скоростью, отличной от нуля (патент ФРГ N 1241650, МПК G 01 P 5/06, опубликован в 1957 г.), причем электрические параметры электродвигателя служат "дифференциальной мерой" скорости потока. Изобретение согласно описанию снижает порог чувствительности измерителя в 100 раз. Недостатком изобретения является низкая точность.

Наиболее близким техническим решением является способ измерения скорости потока, предусматривающий вращение турбинки (вертушки, крыльчатки) в потоке без скольжения при помощи электродвигателя и измерение частоты вращения турбинки и электрических параметров питания электродвигателя (патент ФРГ N 1523168, МПК G 01 P 5/06, опубликован в 1973 г.). Один из электрических параметров электродвигателя (напряжение, ток, сопротивление, мощность) изменяют таким образом, что другие параметры принимают значения, соответствующие вращению турбинки в вакууме или вращению вала электродвигателя без турбинки. Частоту вращения турбинки изменяют с помощью потенциометра или подобного устройства таким образом, чтобы пара величин (частота вращения и один из параметров питания) совпала с соответствующей парой величин, полученной при вращении турбинки в вакууме или вала электродвигателя без турбинки.

Устройство для осуществления способа содержит турбинку, установленную в потоке, датчик частоты вращения турбинки, электродвигатель, подсоединенный к турбинке, управляемый источник питания указанного электродвигателя, масштабный преобразователь частоты вращения турбинки и показывающий прибор.

Преимуществом технического решения является простота конструкции при отсутствии в потоке специального датчика скольжения турбинки.

Недостатком является недостаточная точность при изменении параметров среды (например, вязкости) и самого измерителя или электродвигателя (например, трения в опорах).

Целью изобретения является повышение точности измерения путем отслеживания точки перехода вращения турбинки с турбинного на компрессорный (насосный) и наоборот, с компрессорного на турбинный, независимо от внешних влияний и возмущений.

Поставленная цель достигается в способе тем, что определяют точку перегиба зависимости частоты вращения турбинки от одного из электрических параметров питания электродвигателя и по частоте вращения турбинки, соответствующей точке перегиба, определяют скорость потока.

В устройстве поставленная цель достигается тем, что в него введены микроЭВМ, аналого-цифровые преобразователи частоты вращения турбинки и напряжения питания электродвигателя, выходы которых соединены с входами микроЭВМ, выход микроЭВМ подключен к показывающему прибору в виде дисплея, а устройство питания электродвигателя выполнено в виде генератора пилообразного (трапецеидального) напряжения, причем микроЭВМ содержит устройство для вычисления второй производной зависимости частоты вращения турбинки от напряжения питания электродвигателя и устройство вычисления скорости потока по частоте вращения турбинки, подключенное к устройству вычисления второй производной.

Кроме того, генератор пилообразного напряжения выполнен в виде генератора симметричной пилы (трапеции), а микроЭВМ содержит устройство определения среднего результата вычислений скорости потока, соответствующих восходящему и нисходящему фронтам пилы.

На фиг. 1 показано семейство кривых, отражающих зависимость частоты вращения турбинки, установленной на валу электродвигателя, от напряжения, подведенного к электродвигателю постоянного тока, при различных скоростях потока $V_4 > V_3 > V_2 > V_1 = 0$, на фиг. 2 приведена схема измерения скорости потока, на фиг. 3 представлен алгоритм определения скорости потока, осуществляемый с помощью микроЭВМ, на фиг.

4 показано пилообразное напряжение, поступающее на электродвигатель турбинки. Основная идея изобретения состоит в том, что режим нулевого скольжения турбинки, установленной в потоке, характеризуется минимальным энергетическим взаимодействием турбинки с потоком, скорость которого должна измеряться. Когда турбинка вращается в потоке без крутящего момента от электродвигателя, то во вращение она приводится потоком с некоторым скольжением $S > 0$, характеризующего погрешность измерения скорости потока. Это турбинный или генераторный режим.

Напротив, когда к турбинке приложен значительный крутящий момент с помощью электродвигателя, имеющего общий вал с турбинкой, то турбинка ускоряет поток, скольжение $S < 0$, а режим становится насосным или компрессорным.

Идеальным является режим вращения турбинки, когда скольжение турбинки $S = 0$. Этот режим соответствует границе между турбинным и насосным, показан на фиг. 1 с помощью пунктирной линии. В этом режиме частота вращения турбинки строго пропорциональна скорости потока и не зависит от таких факторов, как вязкость среды потока, влияния незначительного износа подшипниковых опор и т. п. Очевидно, что точки перегиба кривых, показанные на фиг. 1, соответствуют вторым производным частоты вращения турбинки от напряжения на электродвигателе.

Пример. Напряжение на зажимах бесконтактного двигателя постоянного тока с установленным на его валу и в потоке турбинкой изменяют строго линейно в диапазоне от 0 до 10 В, при этом частота вращения турбинки может быть от 0 до, например, 250 Гц. При коэффициенте преобразования измерителя скорости потока $B = 20$ и частоте вращения турбинки 160 Гц, измеренной при нулевом скольжении, определяем точное значение скорости (или расхода) потока:

$$V = f/B = 160/20 = 8,0 \text{ [м/с]}.$$

Устройство для осуществления способа содержит турбинку 1 (фиг. 2), установленную на валу электродвигателя 2, датчик 3 частоты вращения турбинки, аналого-цифровой преобразователь 4, преобразующий частоту вращения турбинки в код, аналого-цифровой преобразователь 5, преобразующий напряжение питания электродвигателя в код, микроЭВМ 6, входы которой подключены к преобразователям 4 и 5, дисплей 7, подключенный к выходу микроЭВМ, и генератор 8 пилообразного напряжения, с которого подается напряжение питания на электродвигатель 2 и преобразователь 5. Принцип действия устройства предусматривает подачу изменяемого напряжения на электродвигатель, с целью поиска точки перегиба.

Последовательность работы устройства следующая.

Сигналы С1 и С3 соответственно с датчика 3 частоты вращения турбинки 1 и генератора 8 пилообразного напряжения поступают на входы аналого-цифровых преобразователей 4 и 5, где преобразуются в машинные коды С2 и С4 соответственно. Сигналы С2 и С4 поступают на входы микроЭВМ 6. Кроме того, на еще один вход микроЭВМ 6 поступает сигнал С5 от клавиши оператора, служащий для вывода сигнала С6 о скорости потока на дисплей 7. Сигнал С3, являющийся напряжением питания, поступает также на электродвигатель 2.

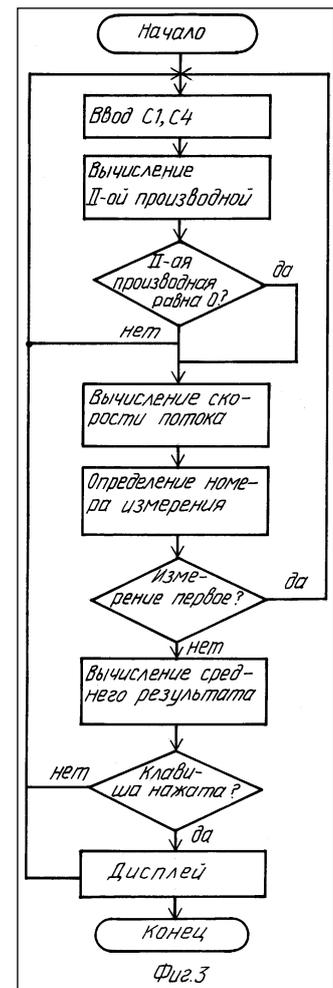
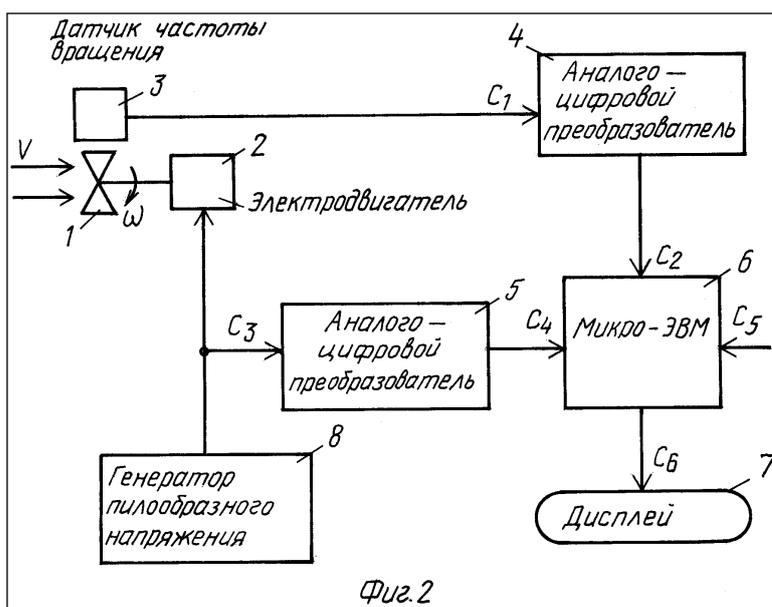
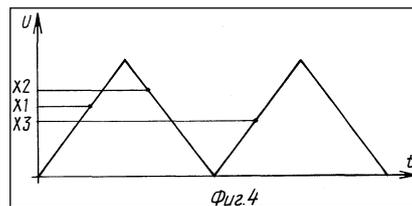
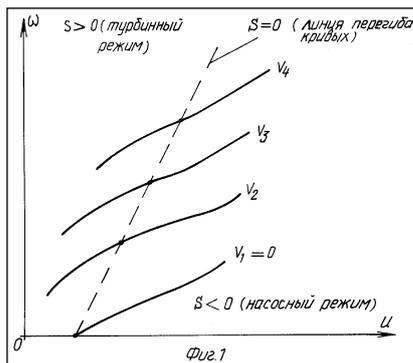
Определение точки перегиба или второй производной и вычисление скорости потока осуществляется в микроЭВМ 6 согласно приведенному алгоритму (фиг. 3). Когда вторая производная становится равной нулю, по частоте или сигналу С2 вычисляется первое значение скорости потока. Второе значение скорости потока вычисляется при изменении напряжения питания или сигнала С3 в обратном направлении (фиг. 4), и т.д.

Вычисляется средний результат скорости потока, который при нажатой клавише оператора выводится на дисплей.

Благодаря своим уникальным свойствам и легковесности конструкций изобретение применимо для точных и широкодиапазонных измерений, а также в качестве портативных образцовых средств (калибраторов) расхода.

1. Способ измерения скорости потока, основанный на измерении частоты вращения турбинки, установленной в потоке на валу электродвигателя, и измерении одного из электрических параметров питания электродвигателя, отличающийся тем, что определяют точку перегиба зависимости частоты вращения турбинки от одного из электрических параметров питания электродвигателя и по частоте вращения турбинки, соответствующей точке перегиба, определяют скорость потока.
2. Устройство для измерения скорости потока, содержащее турбинку, установленную в потоке, датчик частоты вращения турбинки, электродвигатель, подсоединенный к турбинке, устройство питания электродвигателя, показывающий прибор, отличающееся тем, что в него введены микроЭВМ, аналого-цифровые преобразователи частоты вращения турбинки и напряжения питания электродвигателя, выходы которых соединены с входами микроЭВМ, выход микроЭВМ подключен к показывающему прибору в виде дисплея, а устройство питания электродвигателя выполнено в виде генератора пилообразного напряжения, причем микроЭВМ содержит устройство для вычисления второй производной зависимости частоты вращения турбинки от напряжения питания электродвигателя и устройство вычисления скорости потока по частоте вращения турбинки, подключенное к устройству вычисления второй производной.
3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что генератор пилообразного напряжения выполнен в виде генератора симметричной пилы, а микроЭВМ содержит устройство определения среднего результата вычислений скорости потока, соответствующих восходящему и нисходящему фронтам пилы.

РИСУНКИ



«Модернизация» патента РФ 2173467 выполнена А.Б. Шмелёвой в патентной заявке от 27.03.2012 и состоит в замене пилообразного напряжения гармоническим и определении прохождения точек перегиба по гармоникам:

RU(11)2012111892(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

По данным на 06.07.2012 состояние делопроизводства: Экспертиза по существу

РЕФЕРАТ

(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения скоростей и расходов потоков жидкостей и газов с повышенной точностью и в широком рабочем диапазоне. Способ основан на измерении частоты вращения вертушки*, установленной на валу электродвигателя в потоке, и электрических параметров питания указанного электродвигателя. Определяют точку перегиба зависимости частоты вращения вертушки от электрических параметров питания электродвигателя, модулированных гармоническим сигналом, и по частоте вращения вертушки, соответствующей минимизации чётной, например, 2 гармоники, определяют скорость потока. Устройство содержит вертушку, датчик частоты вращения вертушки, электродвигатель, подсоединенный к вертушке, генератор гармонического сигнала, устройства выделения 2-й гармоники и вычисления скорости потока по частоте вращения вертушки, соответствующей минимизации 2-й гармоники сигнала. Обеспечиваются повышение точности измерения, упрощение и быстрдействие. 2 н.п.ф. (на способ и устройство), 4 з.п.ф., 5 фиг.

* Примечание. Замечание сделано доц. Л.А. Камышевым кафедры К-1 МВТУ им. Баумана примерно в 1980 году. Это новый класс расходомеров с достижением вертушкой нулевого скольжения. При этом термин «турбинка» предполагает турбинный режим, в то время как термин «вертушка» более универсален и применим как к режиму турбинному, так и к режимам нулевого скольжения (не турбина и не вентилятор) и насосному (компрессорному, вентиляторному), также используемым в изобретении.

МПК 7 G01P5/06, G01F1/10 СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ПОТОКА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Суть изобретения поясняется с помощью рисунков.

На фиг. 1 (ЦАГИ. Промышленная аэродинамика. Выпуск 22. Гидродинамическая теория решеток. Силовые и моментные аэродинамические характеристики решеток тонких профилей. Оборонгиз, М., 1962, фиг. 12, и аналогичные фиг. 83-94) представлена

зависимость коэффициента V линейной связи тангенса угла выхода потока из решетки от угла аэродинамического (геометрического) выноса β для компрессорных и турбинных решеток с густотой τ решеток. Точка перегиба характеристик по рисунку находится в начале координат, а реально на огибающей частоты вращения вертушки (не показано).

На фиг. 2 и 3 (Дробов С.А. Радиопередающие устройства. Воениздат, М., 1951, с. 564) показана трансформация гармонического сигнала через кривую с точкой перегиба. На фиг. 2, когда точка перегиба найдена, показаны сигналы с возможным искажением выходных сигналов по амплитуде, но сохранением их симметрии. В искаженном выходном сигнале присутствуют нечетные гармоники.

На фиг. 3, когда точка перегиба не найдена, присутствуют четные гармоники, как показано выше (Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. Наука, 1964, с. 556-557, графики и ряды: 7 и 10 – высшие нечетные гармоники, 13 – высшие четные гармоники).

Следовательно, поиск точки перегиба сводится фактически к выявлению и устранению спектральных компонент сигнала, в частности четных гармоник на выходе, в частом случае – 2-й гармоники при соответствующем входном сигнале с минимальной амплитудой.

На фиг. 4 показана блок-схема устройства, реализующего способ измерения скорости потока согласно изобретению.

На фиг.5 показан вариант привязки электродвигателя с выдвигной муфтой к стандартному турбинному счётчику газа. Электронный корректор выполняется выносным (см. фиг. 4) и на фиг. 5 он не показан.

Устройство для осуществления способа содержит вертушку 1 (фиг. 4), установленную на валу электродвигателя 2, датчик 3 частоты вращения вертушки, аналого-цифровой преобразователь 4, преобразующий частоту вращения вертушки в код, дисплей 5, источник питания 6 электродвигателя, стандартный программируемый генератор 7 с гармоническим сигналом частотой примерно 1-0,01 Гц (периодом 1-100 секунд), модулятор 8, полосовой фильтр 9 для выделения чётных гармоник, определитель экстремума 10, электронный ключ 11, корректор 12 для внесения поправки в показания дисплея, частотный детектор 13, 2-канальный осциллограф 14. Блок 15 образует выносную часть системы калибровки.

На фиг. 5 обозначены 16- выводы проводов и 17 - электродвигатель с выдвигной магнитной муфтой, управляемой по проводам.

Принцип действия устройства предусматривает подачу изменяемого гармоническим сигналом напряжения питания электродвигателя, с целью поиска точки перегиба и более точного определения по ней скорости потока.

Последовательность работы устройства следующая.

Под действием потока вертушка 1 приводится во вращение и частотный сигнал с датчика 3 частоты вращения вертушки поступает на преобразователь 4 и далее на дисплей 5. На фиг. 5 показано, что электродвигатель отключен с помощью выносной муфты от вертушки.

Далее с помощью блока 15 выносной части системы калибровки подключается выносная муфта (фиг. 5) и блок 15 отработывает программу корректировки показаний скорости потока.

Далее частотный сигнал с датчика 3 поступает на полосовой фильтр 9, детектор 13 и на один из входов осциллографа 14. На второй вход осциллографа 14 поступает сигнал с генератора 7. На осциллографе отображается фигура Лиссажу с искажениями, характеризующими процесс поиска точки перегиба.

Напряжения от источника 6 и от генератора 7 поступают на модулятор 8 и создают на электродвигателе 2 дополнительный к потоку вращательный момент. Напряжение от источника 6 поступает также на преобразователь 4 для корректировки сигнала на дисплей 5.

От фильтра 9 сигнал поступает на определитель 10, осуществляющего поиск экстремума, например, по минимизации уровня 2-й гармоники. Срабатывает ключ 11 и частотный сигнал с датчика 3 поступает в корректор 12. Второй сигнал поступает с генератора 7. Выходной сигнал с корректора 12 поступает на преобразователь 4 и дисплей отображает скорректированные по скольжению вертушки показания.

При изменении частоты генератора 7 настройки фильтра 9 могут меняться (пунктирная стрелка).

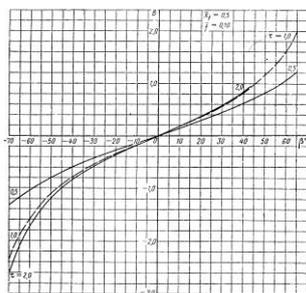
По окончании калибровки блок 15 и выдвижная муфта (фиг. 5) отключаются.

Как и в прототипе (патент РФ 2173467) второе значение скорости потока вычисляется при изменении огибающей сигнала (пилообразного напряжения) в обратном направлении. Здесь гармоническая огибающая сигнала частоты вращения.

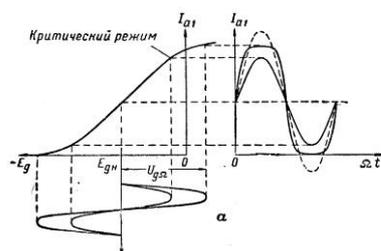
Вычисляется средний результат скорости потока, который при нажатом ключе 11 выводится на дисплей 5 (фиг. 4).

Благодаря своим уникальным свойствам, простоте и легковесности конструкций изобретение применимо для точных и широкодиапазонных измерений текущих сред (газа

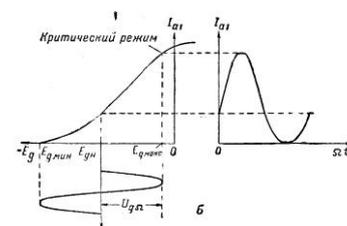
и жидкости), а также для использования в качестве портативных образцовых средств (калибраторов) расхода и метрологического обеспечения на магистралях газа и нефти.



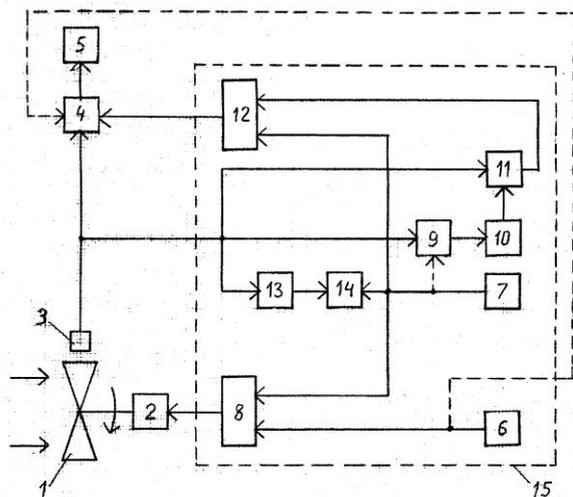
Фиг. 1



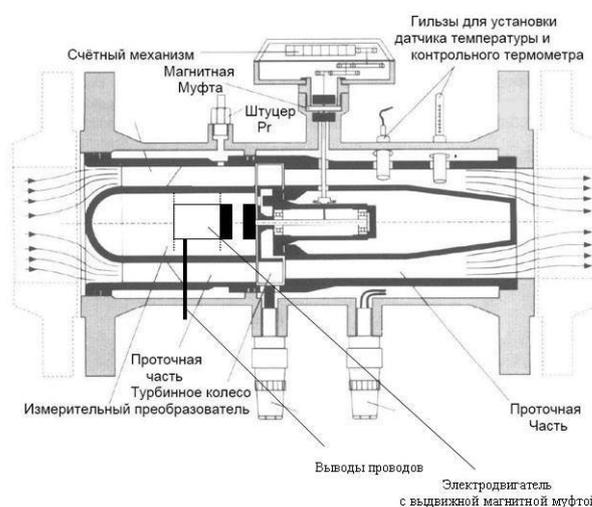
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5 (16 и 17 заменены на надписи ниже)

Следовательно, поиск точки перегиба сводится фактически к выявлению и минимизации уровня только чётных гармоник на выходе при соответствующем условно неискаженном входном гармоническом сигнале с минимальной амплитудой. При этом имеются некоторые особенности поиска точки перегиба применительно к вертушке на потоке.

Гармонический (для варианта алгоритма 3) или пилообразный (для варианта алгоритма 1) сигналы частотой 0,1 Гц (периодом 10 секунд) формируется с помощью генератора, например, G-003 или G-013 (Тайвань).

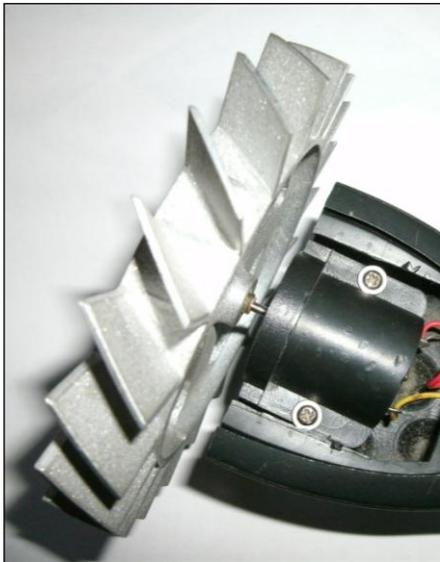


- Прямой цифровой синтез
- Высокая стабильность и точность установки частоты (20×10^{-6})
- Малые гармонические искажения (менее -55 дБн при 1 Гц ... 200 кГц)
- **Частотный диапазон 0,1 Гц ... 3 МГц**
- Форма сигнала: **синус, треугольник**, меандр
- Разрешение по частоте 100

мГц

- Режим постоянного смещения
- Индикатор выходного напряжения (только для G-013)

Генератор G-003	6 047.00 руб.
Генератор G-013 • наличие индикатора выходного напряжения	6 787.00 руб.



Имеются в свободной продаже и более и очень дорогие высококачественные генераторы на частоту от 0,01 Гц, что более чем достаточно для экспериментов с любыми типоразмерами вертушек с диаметром, возможно, до 700 мм включительно, но такие большие диаметры от 200 мм применяются только в зарубежных турбинных расходомерах газа.

Постоянная времени небольшой вертушки от счетчика газа СГ-16 с диаметром 100 мм, как на фотографии, равна, по книжным данным, примерно 0,1 секунды, а с

электродвигателем это несколько больше.

Простой анализатор спектра инфранизких частот от 1 Гц представлен на фотографии:



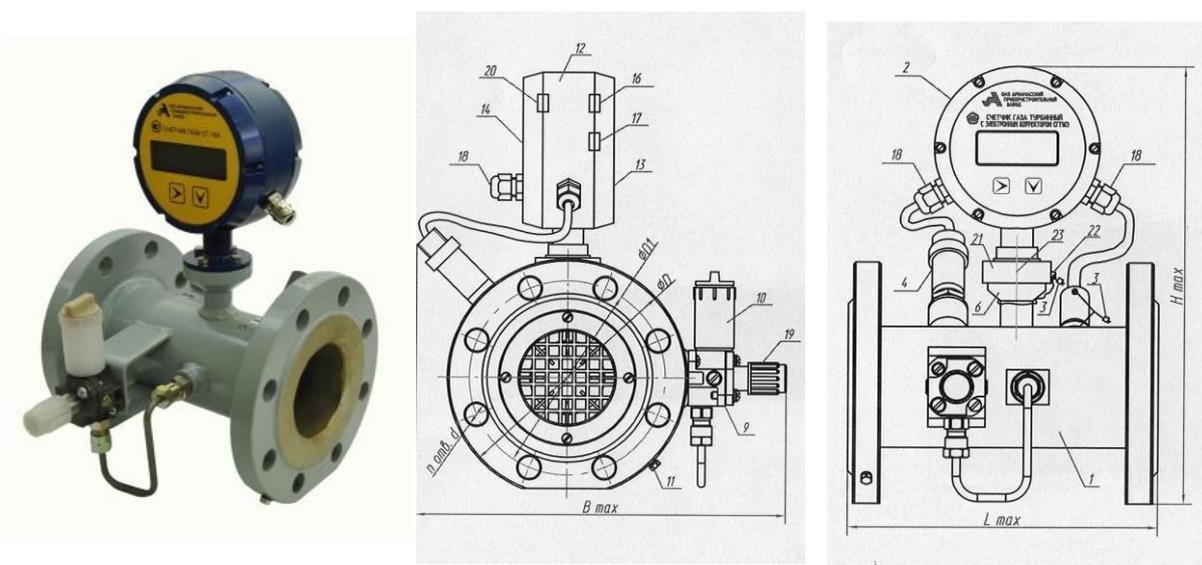
Требуется закончить краткосрочные исследования на макетах, как на фотографии, и сделать выбор варианта алгоритма поиска точки перегиба и оборудования.

Лучший вариант рабочего генератора калибратора показан на фотографии:



«САМОКАЛИБРОВКА» С КОМПЕНСАЦИЕЙ СКОЛЬЖЕНИЯ ВЕРТУШКИ ПО ТОЧКЕ ПЕРЕГИБА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИГАТЕЛЯ МЕЖДУ ТУРБИННЫМ И КОМПРЕССОРНЫМ РЕЖИМАМИ

Способ измерения расхода по патенту RU 2173467 с линией перегиба кривых идеально подходит для внутренней калибровки счетчиков жидкости и газа на ду 25 ... 700 мм. В счетчике природного газа, например, Арзамасского приборостроительного завода (3 фото нового СГТ-16Э с электронной коррекцией и 1 фото СГ-16 датчик без коррекции), есть достаточное свободное пространство 11 во втулке, чтобы разместить там магнитную муфту и небольшой электродвигатель для компенсации скольжения вертушки (см. размещение электродвигателя в разрезе конструкции счетчика газа).



Доработку счетчика проще проводить на счетчике без электронной коррекции (по температуре и давлению газа), как ниже:

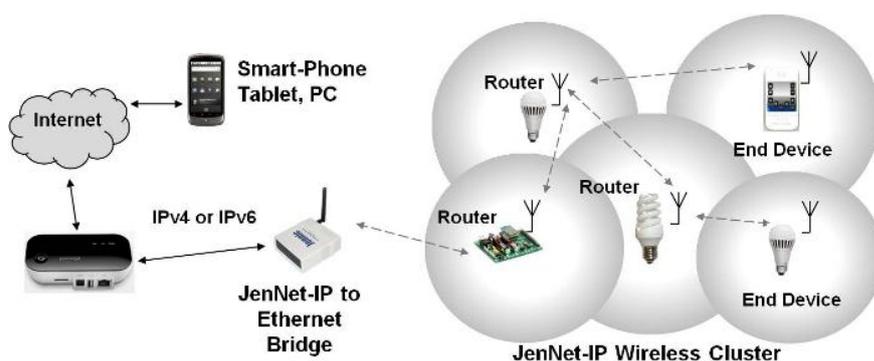


Остальное для испытаний и доводки систем смотреть в приложение 1 по закупкам оборудования по проекту 2.

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ СЕТИ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ УДЕЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Как следует из раздела «Предыстория...» и наших публикаций **такой проблемы в принципе нет**. Меняются каналы связи и другие компоненты сети, причём специально для «умных» городов и регионов.

Smart Energy является известным подходом ведущей компании NXP (Нидерланды) к умному использованию энергии, а микрокомпоненты компании легко применимы.



По нашему проекту требуется на основе калибруемых измерений проконтролировать производительность производства и потребления энергии от газовой скважины до помещения и сделать выбор цепи с наилучшим результатом экономии, которую мы демонстрируем от 5 до 40 раз (см. выше по проекту).

Описание такого подхода, дающего на практике высокий результат, раскрыто в статье А.Б. Шмелёвой «Точки мобильных калибруемых измерений в системе теплогасоснабжения от скважины до помещения»:



На рисунке 1 (источник: <http://downloadgps.ru/gps-maps/cat36/13886-.html>) показана идея автоматической раскраски зданий по текущему удельному потреблению тепла с учетом влияний, на рисунке 2 – переносная система калибровки узлов учета тепла по нашему действующему патенту РФ 2182320.

В газовой магистрали высокого давления потери при транспортировке от месторождения до местной ТЭЦ составляют порядка 40%, в котле ТЭЦ или котельной, с учетом погодных явлений, – 50%, в теплосети – 20%, в помещении, где люди находятся в 1 смену, – 70%. Итого КПД глобальной тепловой “машины” типа “Газпром – ЕЭС – ЖКХ – комната” равен примерно $0,6 \times 0,5 \times 0,8 \times 0,3 = 0,07$ или 7%.

Рисунок 3 взят из одноименной статьи И.П. Андреева. Потери и хищения госэнергоресурсов // ЭКО. Сибирское отделение РАН. 2002. № 10. С. 60-70.

В качестве следующего шага в сторону модернизации и энергосбережения выделим места в типовой системе теплогазоснабжения, где по цепочке от скважины до помещения необходимы мобильные калибруемые измерения реальных потерь

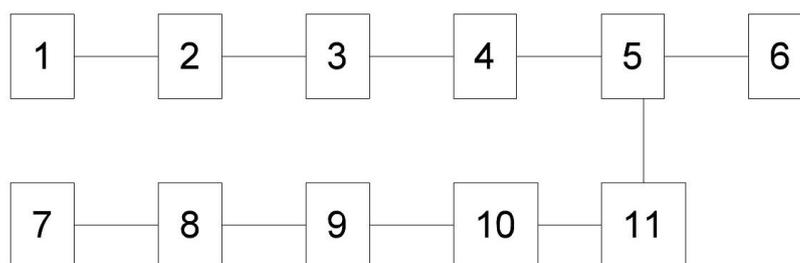


Рисунок 4. Точки мобильных калибруемых измерений: 1,7 – газовые скважины, 2, 8 – компрессорные станции, 3 - котельная или ТЭЦ, 4 – тепловые сети, 5 – объект, 6 – отапливаемое или частично отапливаемое помещение (например, в квартире), 9 – установка по получению сжиженного природного газа (СПГ), 10 – система транспортировки, хранения и испарения СПГ, 11 – локальная (например, крышная) котельная.

На основе результатов мобильных калибруемых измерений 1-2-3-4-5-6 можно выполнить сравнение и расчет удельного потребления теплоты, приведенный к входу газовой скважины по обоим вариантам и к выходу в виде отапливаемых и слабо отапливаемых помещений. Себестоимость, цены и тарифы тоже имеют значение.

Следует отметить, что по альтернативному варианту 7-8-9-10-11-5-6 вопрос с ремонтом прогнивших теплосетей снимается либо полностью, либо частично, если устанавливается вынужденный тариф (например, электроэнергия вырабатывается ТЭЦ, а теплоту некуда девать). Мобильный контроль всеми данными позволяет оптимизировать всю систему теплогазоснабжения в интересах каждого потребителя энергии.

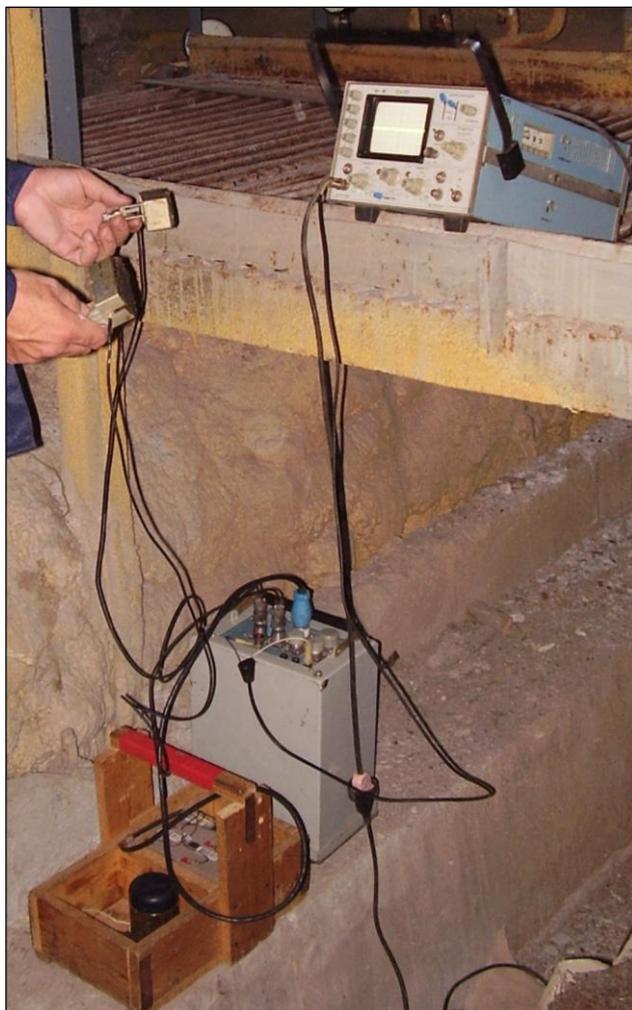
Отсканированная копия полной статьи в уменьшенном масштабе для справки выложена ниже.

котельная (на фото) «законсервирована», но так и не понадобилась в течение последних 13 лет.

Калибровка систем приборного учёта расходов газа и тепловых потерь позволит устранить фальсификацию учёта в региональном масштабе и решить вопросы оптимизации систем потребления от скважины до помещения. Но оптимизация не состоит в том, чтобы что-то закрыть, а что-то открыть. Старая система, даже как резервная, не уничтожается и может оказаться также полезной для других технических систем.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ НЕОДНОРОДНОСТИ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ

Внешний вид уникальной действующей системы представлен на фотографии и требует модернизации по габаритам до портативного исполнения, начиная с осциллографа:



Имеются и другие решаемые конструкторские проблемы, например:

- замена пачкающей жидкой смазки излучателей для контакта с трубой на мягкие уплотнители (Ультразвуковой контроль материалов: Справ. изд. Й. Крауткремер, Г. Крауткремер. Пер. с нем. – М.: Металлургия. 1991 - с. 333),
- температурные проблемы, какие есть с паром и криогенными жидкостями,
- запоминание или фотографирование (фото ниже в статье) картинок,
- определение источника неоднородности среды, и т.д.

Порядок контроля неоднородности среды кратко описан во фрагменте статьи:

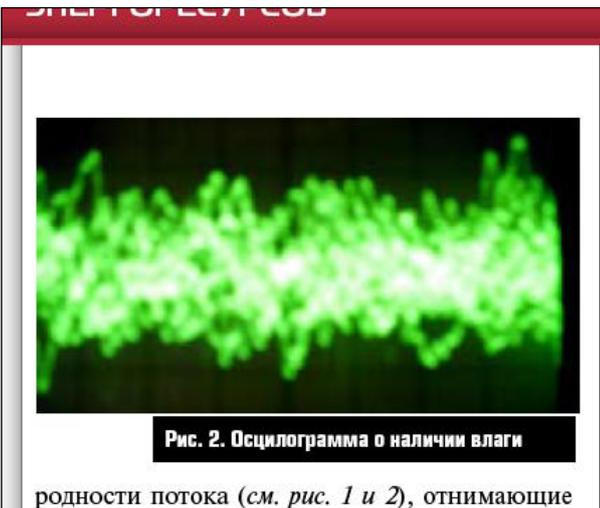


27.06.2000 г. заседания Научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике Госстандарта РФ), которые и представлены ниже.

Контроль неоднородности потока. Простой и наглядный пример неверных измерений связан с перегретым паром. Многие потребители пара отказались от его использования. В связи со значительным уменьшением нагрузки на объекты температура пара снизилась до границы фазового перехода, пар стал влажным, а занижение показаний систем приборного учета перегретого пара на влажном паре превысило 50% по отношению к системам учета перегретого пара, установленным на ТЭЦ (в нашем эксперименте – 63%).

Экспериментальные исследования неодно-

45



родности потока (см. рис. 1 и 2), отнимающие

всего 15 минут на объект, лишь подтвердили метрологическую непригодность систем учета перегретого пара потребителей и старых методик для коммерческого учета влажного пара даже для случая разделения на объектах измерений сухой и жидкой фазы (см. «ЭнергоАудит» – 2007, № 1, с. 4-7). Решение проблемы видится в том, чтобы поставляемый потребителям влажный пар дополнительно перегревать (например, локально в одной из тепловых камер). Причем просто перегреть чистый пар (конструкторская компоновочная задача) или выработать его заново из загрязненной воды (проектная задача из типовых решений) – принципиально разные по сложности реализации технические задачи. Первый путь реализовать проще.

Полностью статья и результаты применения системы представлены в приложении.

В принципе безразлично, какую неоднородность среды контролировать на трубах:

- **влажный пар**, на котором ни один серийный «сертифицированный» счетчик пара нормально не работает (погрешность по ТЕВИСУ и Ульяновскэнерго до 50-60%),
- **влажный газ**, в том числе природный газ в трубопроводах, Германия такой газ не любит,
- **алкоголь с воздухом**, всегда, принято как основа для отказа от учёта алкоголя,
- **воду с воздухом**, например, в квартирах,
- **нефть с водой и воздухом**, всегда,
- **авиационный керосин с водой** (из-за чего выделяется конденсат внутри замороженных топливопроводов, что и привело, наверно, к аварии Ан-124 под Иркутском),
- **жидкой водород в 2-фазном состоянии**, при подаче в ракетные двигатели (есть пример крупной аварии на стенде НК),
- **молоко с воздухом** после насоса по потоку, всегда,

- бензин и нефтепродукты с воздухом на автозаправочных станциях, всегда, когда знают, как воровать, замещая бензин на воздух, и хотят это делать,
- и т.д.

Везде система контроля, где опробована, работает весьма успешно и вызывает у специалистов огромный интерес и дает конкретные действия, однако не всегда у специалистов находятся удачные решения их проблемы.

На взрывоопасных средах требуется обеспечение взрывозащиты (решаемо).

Сертификация как средства измерения не требуется, потому что показанная система является индикатором.

Будут проведены измерения по вредности сильного излучения прибора на руки и окружающую среду. Средства защиты от вредных воздействий, включая воздействие температуры текучей среды (пара и криогенных жидкостей), могут быть запатентованы.



Примечание 1. Конструктивно вторичная часть прибора может быть использована от другого прибора с осциллографом, памятью и готовым программным обеспечением. Один из вариантов проработки показан на рисунке. Естественно, что в этом случае входная часть прибора и корпус заменяются модификацией, которая пойдёт с излучателями, показанными выше.

Примечание 2. Если вспомнить историю появления авторской системы контроля неоднородности среды, то самым знаменательным событием были необоснованные претензии Самарского ликеро-водочного завода "Родник" в 1998 году к приборам учёта алкоголя. По просьбе Росалкогольмонополии мы были на совещании вместе с приглашенными метрологами Самарского центра стандартизации и метрологии, которые промолчали, потому что речь шла не о приборах, а об измерениях. Пришлось попросить занести систему в цех розлива экспортной водки, и через 15 минут написан акт, а следом сброшен факсом (в апреле), по которому получалось, что в алкоголе присутствовал воздух с технологического подсоса. Поэтому счетчики и показывали больший, чем на самом деле, неверный объем.

К сожалению, завод-изготовитель встречно предложил своё неиспытанное решение с воздухохорником, вследствие чего: <http://www.newsland.ru/news/detail/id/370095/> - Дмитрий Медведев предложил отменить ЕГАИС (приборный учёт алкоголя), 27.05.2009.

А можно было просто исправить конструкторские ошибки и ввести контроль неоднородности текучей среды и оперативную калибровку на потоке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЗАКУПОК (ЗАО «Точэнерго») (без учёта стоимости проводимых Университетом и сторонними сотрудниками ЗАО Точэнерго работ по сварке, сборке, исследованиям и разработкам)

Проект 1 – «умные» дом и город

1. Расходомеры VA 2305 (Эстония) дораб. образцовые с участками, сертифиц., 4 шт. – 600 т.р.
2. Термометр 2-канальный образцовый погрешностью 0,01оС (Япония), 1 шт. – 60 т.р.
3. Сварочные аппараты с помехоподавлением и портативным анализатором контроля внешних электромагнитных помех 2 шт. – 100 т.р.
4. Анализаторы PQM-701, Fluke VR1710 (помех от сварки), 1 шт. – 120 т.р.
5. Транспортное средство и его переоборудование (Лада Гранта, Рено Logan с прицепом или Лада Ларгус) 1 шт. – 290 т.р. (+60 т.р. прицеп для кранов)
6. Разработка прибора контроля неоднородности текучей среды, 1 шт. – 500 т.р.
7. Сборка системы контроля хищений вода в квартирах 1 шт. – 500 т.р.
8. Прибор для контроля несанкционированных стальных врезок в трубопроводы 1 шт. – 250 т.р. (не георадар, но при необходимости контроля пластмассовых врезок)
9. Портативная ацетилено-кислородная сварка 1 шт. – 100 т.р.
10. Реконструкция и модернизация имеющегося сварочного участка (бетонного гаража 5х9 м) для производства отводов – 100 т.р., слесарного участка там же – 100 т.р.
11. Опытные отводы для приварки на объектах (для работ по договорам с энергоснабжающими организацией) – 10 т.р. на объект., всего на 60 т.р., остальные – по договорам.
12. Устройство для врезки отводов ду 50 мм в трубопроводы без их отключения и запасные фрезы – 500 т.р.
13. Командировочные расходы в Росстандарт, Уфу (рукова) и Таллинн (согласование и сертификация образцовых участков по патенту РФ 2182320) – 50 т.р.
14. GPS трекеры для отслеживания сопровождения калибратора и несанкционированного вскрытия отводов, 10 шт. – 50 т.р.
15. Циркуляционный насос (без пульсаций) и задвижка, для поверки, 1 к-т – 50 т.р.

Итого: 3490 т.р.

Проект 2 – сеть («умный» регион)

1. Простой генератор сигнала произвольной формы GFG-3015 (Тайвань) – 30 т.р.
2. Высокоточный широкодиапазонный генератор сигнала произвольной формы AFG-73051 и AFG-73081 (Тайвань) – 120 т.р.
3. Анализатор спектра инфранизких частот не хуже E444XA серии PSA (Тайвань) с портативным анализатором Electric field analyzer for low-frequency magnetic and electric fields 1 Hz - 30 MHz E & H Field Portable Spectrum Analyzer (Германия) – для контроля спектральных составляющих от вертушки - 2500 т.р.
4. Датчик расхода природного газа для доработки СГ-16 без электронной коррекции, 2 шт. на ду 50 и 100 мм – 100 т.р.
5. GPS трекеры для отслеживания сопровождения калибровки, 10 шт. – 50 т.р.
6. Командировочные расходы в Арзамас Нижегородской области. – 50 т.р.
7. Микроконтроллеры NXP (Нидерланды) для сети «умного региона» - 500 т.р.

Итого: 3350 т.р.

ПРОРАБОТКА ИЗОБРЕТЕНИЙ С ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЕМ

Образцы с компенсацией скольжения на основе связи разности осевых сил 2-х вертушек со скольжением вертушки – авторские изобретения SU 653984, SU 1174753 и SU 1315809

Рассмотрим возможность использования для измерения скольжения винтовой вертушки разности осевых давлений (сил, перемещений) винтовой и прямолопастной вертушек, установленных в одном потоке.

Осевую силу, действующую на вертушку (рис. 2 в 1-й статье проекта), можно записать в следующем виде

$$A = (A_{Вм} + A_{л}) \frac{r_{л}^2}{r_{л}^2 - r_{Вм}^2} = \left[\frac{\rho V_0^2 c \pi r_{Вм} C_{x1}}{\cos \alpha_{a1}} + \frac{n_{л} \rho V_0^2 c a}{2} \cdot \int_{y_{Вм}}^{y_{л}} [C_{x0} + C_{z0} y + (K_{Вл} S + C_{x0}) y^2 + C_{z0} y^3] dy \right] \cdot \frac{r_{л}^2}{r_{л}^2 - r_{Вм}^2}, \quad (1)$$

где $A_{вм}$ и $A_{л}$ - осевые силы, действующие соответственно на втулку и лопасти вертушки, $r_{л}$ - радиус лопасти, S - длина вертушки, C_x и C_z - коэффициенты сопротивления подъёмной силы (индекс "0" соответствует углу атаки $\alpha_a = 0$, индекс "1" – углу атаки $\alpha_a \neq 0$), $n_{л}$ - количество лопастей, $a = H/(2\pi)$, $y = a/r$, $K_{вл}$ - коэффициент влияния угла атаки на подъёмную силу изолированной плоской пластины.

Для прямолопастной вертушки осевая сила получается путём подстановки нулевого скольжения в выражение (1):

$$A' = (A_{Вм} + A_{л}) \frac{r_{л}^2}{r_{л}^2 - r_{Вм}^2} = \left[\rho V_0^2 c \pi r_{Вм} C_{x0} + \frac{n_{л} \rho V_0^2 c a}{2} \int_{y_{Вм}}^{y_{л}} (C_{x0} + C_{z0} y^2 + C_{z0} y^3) dy \right] \cdot \frac{r_{л}^2}{r_{л}^2 - r_{Вм}^2} \quad (2)$$

При малых углах атаки разность осевых сил (рис. 1)

$$\Delta A = A - A' \approx \frac{n_{л} \rho V_0^2 c a}{2} \cdot \frac{r_{л}^2}{r_{л}^2 - r_{Вм}^2} \int_{y_{Вм}}^{y_{л}} K_{Вл} S y^2 dy. \quad (3)$$

Считая $K_{вл}$ и S постоянными и интегрируя, получим

$$\Delta A = \frac{n_l \rho V_0^2 c a}{2} \frac{r_l^2}{r_l^2 - r_{Bm}^2} K_{Bn} S \frac{1}{3} \frac{r_l^3 - r_{Bm}^3}{a} = \frac{2\pi^2}{3} \frac{n_l c}{H^2} \frac{r_l^2 (r_l^2 + r_l r_{Bm} + r_{Bm}^2)}{r_l + r_{Bm}} K_{Bn} \rho V_0^2 S. \quad (4)$$

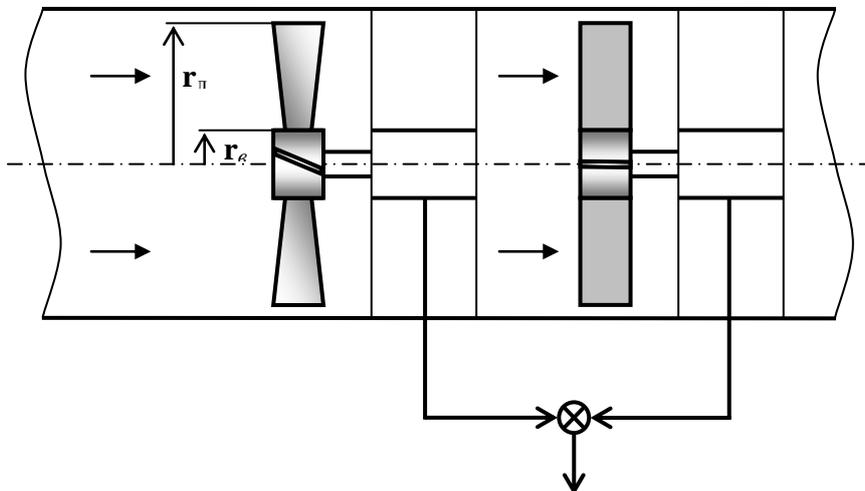


Рис. 1. Калибратор расхода с измерением разности осевых давлений 2-х вертушек (авторские изобретения **SU 653984** и **SU 1174753** – удачная модификация с самокалибровкой)

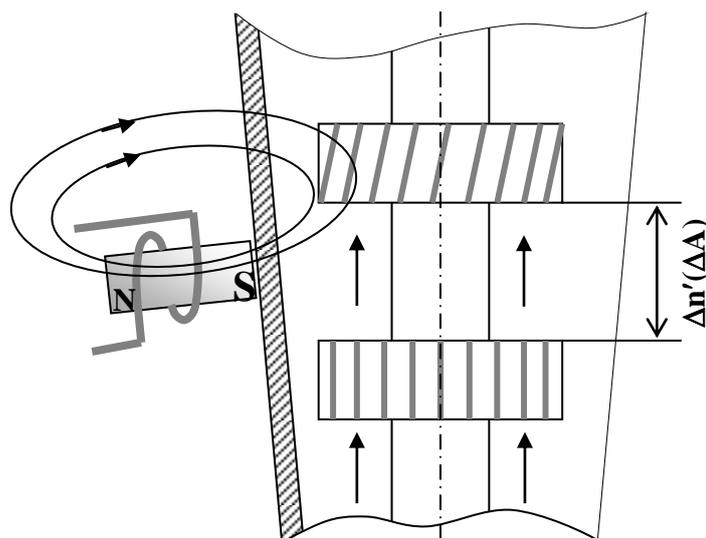


Рис. 2. Калибратор расхода - ротаметр с измерением разности осевых давлений 2-х вертушек (изобретение **SU 1315809**)

Полученный результат целесообразно перепроверить по известной зависимости полной суммы осевых составляющих циркуляционной силы Жуковского от угла атаки. В принятых нами обозначениях и с учётом скольжения эта зависимость имеет вид:

$$\Delta A = 2\pi^2 \rho \frac{m_p \tau_p \cos \beta_l}{1 + \frac{m_p \tau_p}{2} \cos \beta_l} \frac{V_0^2 F}{H^2} 2(r_l^2 + r_{Bm}^2) S \left(1 - \frac{S}{1 + 0,5 m_p \tau_p \cos \beta_l} \right) \approx$$

$$\approx 4\pi^2 \frac{m_p \tau_p \cos \beta_l}{1 + 0,5 m_p \tau_p \cos \beta_l} \cdot \frac{1}{H} F(r_l^2 + r_{Bm}^2) \rho V_0^2 S, \quad (5)$$

где τ_p густота решетки, m_p - коэффициент.

Одна из простых и удачных конструкций запатентованного ротаметра с измерением разности осевых сил (перемещений) поплавков - вертушек представлена на рис. 2.

Изобретение SU 1174753 с самокалибровкой на потоке тоже может быть удачным в качестве опытного образца.

Но в изготовлении образец сложнее доработки серийного счётчика газа с поиском точки перегиба.

СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

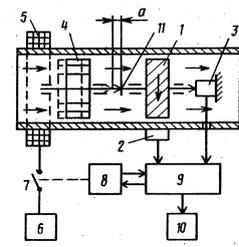
(19) SU (11) 1174753 A

G 01 F 1/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3708490/24-10
(22) 19.01.84
(46) 23.08.85. Вкл. № 31
(72) И.П. Андреев
(53) 681.121 (088.8)
(56) Теоретические основы инженерных расчетов. - Т. 104, 1982, № 2, с. 108.
Авторское свидетельство СССР № 653984, кл. G 01 F 1/12, 1979.
(54) (57) ТУРБИНЫЙ РАСХОДОМЕР, содержащий корпус с размещенными в нем на опорах по направлению потока, соответственно компенсационной прямолопастной и измерительной аксиальной турбинками, узел съема сигнала частоты вращения измерительной турбинки и датчик осевых усилий в ее подшипнике, блок коррекции, выход которого соединен с вторичным прибором, отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона измерений, в него введена муфта сцепления с дистанционным приводом, кинематически связанная с осями измерительной и компенсационной турбинок, коммутационное пороговое устройство и силовой блок питания, при этом компенсационная турбинка установлена с возможностью перемещения, выход блока коррекции связан с управляющим выходом коммутационного порогового устройства, управляемый коммутирующий выход которого включен между выходом силового блока питания и приводом муфты сцепления.



SU (11) 1174753 A

1174753

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в различных отраслях народного хозяйства для измерения расходов жидкостей и газов.

Цель изобретения - расширение диапазона измерений.

На чертеже представлена структурная схема расходомера.

Турбинный расходомер содержит измерительную аксиальную турбинку 1, лопасти которой изготовлены из ферромагнитного материала, узел 2 съема сигнала и датчик 3 осевой силы, компенсационную прямолопастную турбинку 4, лопасти которой также ферромагнитны, привод (электромагнит) 5, установленный со смещением относительно турбинки против потока, силовой блок 6 питания, ключ 7, коммутационное пороговое устройство 8, блок 9 коррекции и показывающий прибор 10. Турбины 1 и 4 установлены в подшипниках, причем турбинка 4 имеет возможность перемещения в них в осевом направлении со смещением 0 относительно муфты 11 сцепления (упорного подшипника).

Турбинный расходомер работает следующим образом.

При отсутствии коммутационного порогового сигнала с устройства 8 ключ 7 замкнут и цепь питания от блока 6 к приводу 5 разорвана. Турбинка 4 занимает крайнее правое положение и через муфту 11 сцепления воздействует в осевом направлении на турбинку 1. Датчик осевой силы воспринимает сумму осевых сил аксиальной $A_{акс}$ и прямолопастной $A_{прм}$ турбинок $A_t =$

$= A_{акс} + A_{прм}$. Турбинка 1 под действием потока вращается, при этом в узле 2 съема сигнала наводится сигнал частоты вращения турбинки. В блок 9 коррекции поступает сигнал частоты вращения и сигнал осевой силы A_t , причем значения последних запоминаются.

При подаче сигнала с коммутационного порогового устройства 8 ключ 7 замкнут и привод 5 запитывается ток от силового блока 6 питания. Привод 5 протягивает к себе турбинку 4, при этом муфта 11 сцепления расцепляется со смещением 0 (новое положение турбинки 4 показано пунктиром). Турбинка 1 продолжает свое вращение, однако датчик 3 воспринимает осевую силу лишь аксиальной турбинки $A_2 = A_{акс}$. В блоке 9 коррекции производится вычисление значения $A_3 = \Delta A_t - A_2 = A_{акс} - A_{прм}$, которое, как известно, есть осевая составляющая циркуляционной силы Жуковского для аксиальной турбинки, прямо пропорциональная скольжению турбинки или погрешности турбинного расходомера без коррекции. Скольжение аксиальной турбинки корректируется, и сигнал значения расхода поступает в показывающий прибор 10.

После вычисления расхода привод 5 обесточивается.

Связь между устройствами 8 и 9 может быть двусторонней - управляющий сигнал в одну сторону, а признак включения в обратную. В качестве привода может быть использован электронный, гидро- или пневмопривод, соединенный с турбинкой.

Редактор Н.Тупица Составитель В.Андреев Корректор М.Поже
Техред О.Нене

Заказ 5171/41 Тираж 703 Подписное

ВНИИ Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4

Методы поиска точки перегиба для работы по патенту RU 2173467

Алгоритм поиска точки перегиба может быть разным:

Вариант алгоритма 1. Как в описании патента РФ 2173467.

Генератор пилообразного напряжения такой же, как генератор гармонического сигнала (см. выше).

Вариант алгоритма 2. Численный метод Ньютона, который широко применяется для вычисления точки перегиба. Описание заменяем программой:

```

10 PRINT "ПРОГРАММА ПОИСКА ТОЧЕК ПЕРЕГИБА ФУНКЦИИ F(x) "
20 REM ФУНКЦИЯ F(x) ВЫЧИСЛЯЕТСЯ В СТРОКЕ 3000
30 REM ПЕРВАЯ ПРОИЗВОДНАЯ F'(x) ВЫЧИСЛЯЕТСЯ В СТРОКЕ 1000
40 REM ВТОРАЯ ПРОИЗВОДНАЯ F''(x) ВЫЧИСЛЯЕТСЯ В СТРОКЕ 2000
50 PRINT "ТРЕБУЕМАЯ ТОЧНОСТЬ " INPUT E
60 PRINT "НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ" INPUT Z
70 PRINT "PRINT "ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ АППРОКСИМАЦИИ "
80 X=Z
90 GOSUB 1000:GOSUB 2000
100 Z=X-F/D
110 PRINT X,Z
120 IF ABS(Z-X)>E THEN GOTO 80
130 PRINT " "
140 X=Z:GOSUB 1000:GOSUB 2000:GOSUB 3000
150 IF D=0 THEN PRINT "МИНИМУМ РАВЕН"FF"В ТОЧКЕ"X:GOTO 200
160 IF D<0 THEN PRINT "МАКСИМУМ РАВЕН"FF"В ТОЧКЕ"X:GOTO 200
200 END
1000 F=X-COS(X)
1010 RETURN
2000 D=1+SIN(X)
2010 RETURN
3000 FF=X*X/2-SIN(X)
3010 RETURN
    
```

Пример 1.

Найти минимум функции $y = \frac{1}{2}x^2 - \sin x$.

Приведенную выше программу можно использовать для решения этой задачи:

$$f(x) = \frac{1}{2}x^2 - \sin x.$$

Из приведенной ниже распечатки результата получим

$$\varphi(x) = f'(x) = x - \cos x = 0 \text{ при } x = 0,7391.$$

Функция $\varphi'(x) = 1 + \sin x$ положительна при $x = 0,7391$.

Следовательно, минимум функции $y = -0,4005$ и достигается при $x = 0,7391$ с точностью до четырех десятичных знаков.

ПРОГРАММА ПОИСКА ТОЧЕК ПЕРЕГИБА ФУНКЦИИ F(x)

ТРЕБУЕМАЯ ТОЧНОСТЬ

.0001

НАЧАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

.5

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЕ АППРОКСИМАЦИИ

.5	.7552225
.7552225	.7391416
.7391416	.7390851
.7390851	.7390851

МИНИМУМ РАВЕН -.4004886 В ТОЧКЕ .7390851

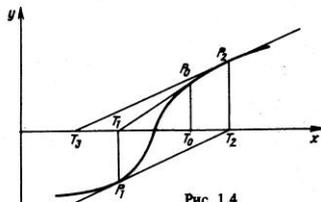


Рис. 1.4

Как следует из текста (9-10 строки

снизу) «точность» вычисления =

.00001, а с учётом того, что

скольжение не превышает 3%,

точность компенсации скольжения в

пересчете на расход текучей среды

получается очень высокой. Источник:

Б. Банди «Методы оптимизации.

Вводный курс: Пер. с англ. - Радио и связь, 1988», с.15.

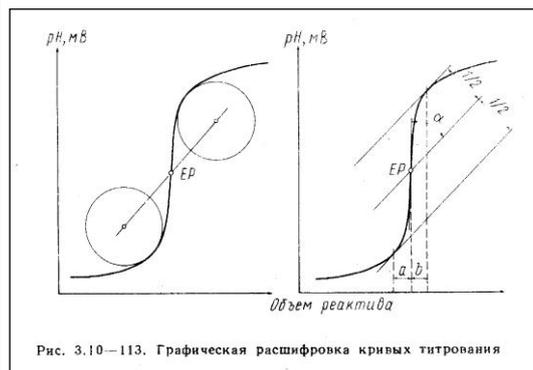


Рис. 3.10—113. Графическая расшифровка кривых титрования

Другой известный метод определения точки перегиба (на правом рисунке) описан в справочнике «Измерения в промышленности: Справ. изд. в 3-х кн. Кн. 3. Способы измерения и аппаратура: Пер. с нем./ Под ред. Профоса П. — 2-е изд. — М.: Металлургия, 1990», с. 216-217. Здесь положение точки перегиба кривой титрования для

количественного химического анализа раствора определяется графически с помощью двух окружностей, прямая через центры которых дает точку пересечения с кривой титрования. Достаточно сложный способ.

КОНТРОЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПАРА ДЛЯ ОТБРАКОВКИ УЗЛОВ УЧЕТА

Для поставщиков и разработчиков узлов учета пара интересны акты контроля его влажности на отдельных участках паропроводов поставщиков и потребителей пара. Приводим акты контроля практически без исправлений, в хронологическом порядке их исполнения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Портативная система, применяемая для инструментального контроля, полностью автономна и нестандартна, как и остальные ноу-хау по предлагаемым и принятым мерам, которые не описываются в материале. Решения по пару приняты. Для получения более подробной информации обращайтесь в редакцию.

авторы

**Игорь Андреев,
Сергей Горлин,
Александр Туркин,
Василий Потетный**

Объект: ОАО «АвтоВАЗбытсервис»

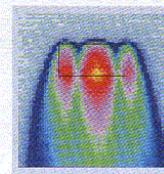
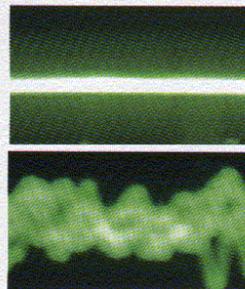
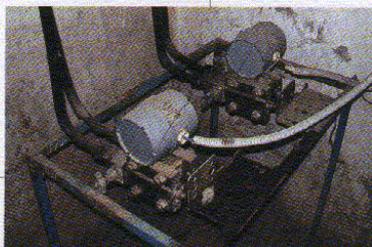
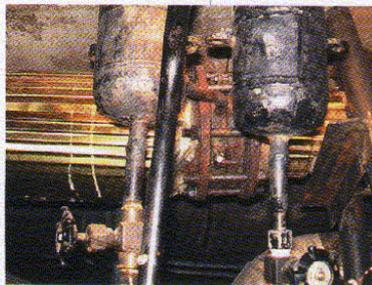
Цель контроля: проверка соответствия типа узла учета фактически измеряемой среде.

Установлено, что узел учета выполнен на базе сужающего устройства с диапазоном 1:10 (2 комплекса измерения перепада давления) и рассчитан для работы только на перегретом паре.

По измеряемой среде установлено, что диапазон температур — +180...199 °С. По смонтированному на паропроводе прибору видно, что пар влажный (на осциллограммах фон свидетельствует об отсутствии контакта накладного излучателя-датчика с трубой, а ярко выраженный сигнал — о контакте излучателей-датчиков с трубой и влажности пара).

На влажном паре показания типового узла учета перегретого пара недостоверны. Мы видим три причины этого:

- 1) плотность конденсата во много раз выше, чем у газа;
- 2) конденсат на диафрагме или призме нарушает структуру газового потока;



Термограмма с сайта Института теплофизики СО РАН

3) более низкая температура диафрагмы (по нашим измерениям — на 13°С) или призмы приводит к дополнительной пленочной конденсации пара (термограмма с сайта Института теплофизики СО РАН).

Дополнительный контроль дефектного узла учета не требуется.

Объект: узел 1А ОАО «ТЕВИС» на границе с ТЭЦ ВАЗа

Цель контроля: проверка влажности пара на паропроводе ду 400 мм.

Температура поверхности, измеренная пирометром МТ-4 — +236°С, давление пара не измерялось (ориентировочно — 12 бар). Вопрос, какой пар — перегретый или влажный — не обсуждался.

Установлено, что прибор работоспособен, поскольку по осциллограмме была четко видна его чувствительность (после обильной смазки накладных датчиков для последующего контакта с трубопроводом) к малейшим воздействиям влаги в воздухе (при продувании воздухом между накладными датчиками при их любом наклоне). Учитывая запредельную температуру паропровода, превышающую допустимую рабочую температуру накладных датчиков +200°С, излучатель и приемник ультразвука (накладные датчики) приводились в соприкосновение с паропроводом примерно на 5 секунд двумя людьми одновременно (причем для чистоты контроля это делалось дважды). На ос-

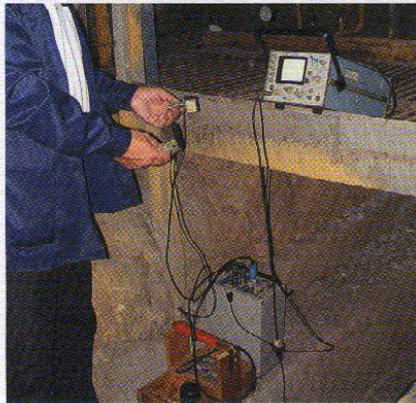
циллограмме оба раза не было зафиксировано никаких «выбросов», т.е. присутствия в паропроводе влажного пара. Этого, видимо, и следовало ожидать при вышеуказанных рабочих значениях температуры и давления пара.

Заключение. От ТЭЦ ВАЗа пар поступает в «ТЕВИС» перегретым, а к одному из конечных абонентов — «АВТОВАЗбытсервису» — влажным, что серьезно искажает фактическое потребление энергии на данном объекте. На других объектах, если пар окажется при максимальном расходе перегретым, при малом рабочем расходе он может оказаться влажным. Это предположение стоит проверить, а по результатам проверки ситуацию с дефектным учетом влажного пара изменить в направлении организации правильного учета.

Объект: узел УТ-7 ОАО «ТЕВИС»

Цель контроля: проверка влажности пара на паропроводе $\text{д}\text{у} 400 \text{ мм}$.

Температура поверхности паропровода, измеренная пирометром МТ-4 — $+190^\circ\text{C}$, давление пара не измерялось (ориентировочно — 12-15 бар).

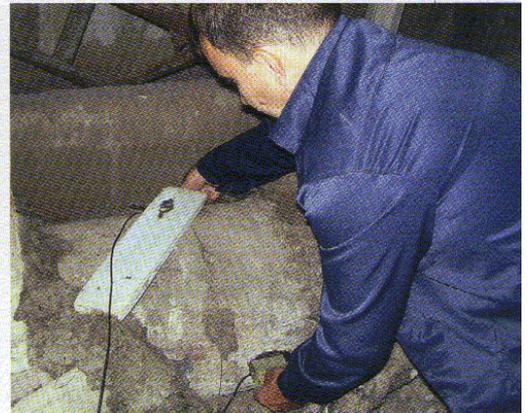
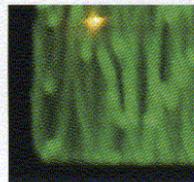
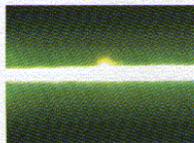
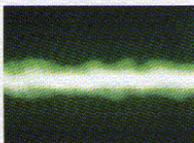
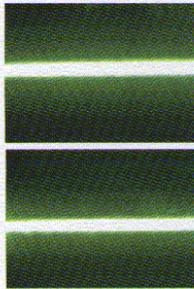


Перед контролем на трубопроводе прибор был надлежащим образом настроен (фото). В подтверждение этого на осциллограмме была четко видна его чувствительность (после обильной смазки накладных датчиков для последующего контакта с трубопроводом) к малейшим воздействиям влаги в воздухе (при продувании воздуха ртом между накладными датчиками при их любом наклоне).

Излучатель и приемник ультразвука (накладные датчики) приводились в соприкосновение с паропроводом одновременно. Это делалось дважды (осциллограммы).

На осциллограмме оба раза не было зафиксировано никаких сигналов, которые свидетельствовали бы о присутствии в паропроводе влажного пара. Этого, видимо, и следовало ожидать при вышеуказанных рабочих значениях температуры и давления пара.

Заключение. От ТЭЦ ВАЗа пар поступает на узел УТ-7 ОАО «ТЕВИС» перегретым, с потерей температуры поверхности паропровода от



узла А1 примерно на $236 - 190 = 46^\circ\text{C}$. Однако нет гарантии, что при малом рабочем расходе (например, рано утром или ночью) он будет влажным. Это предположение можно проверить у абонентов, если, после небольшого прикрытия их задвижки на входе, обнаружится перегретый пар.

Объект: узел МП «АТП-1»

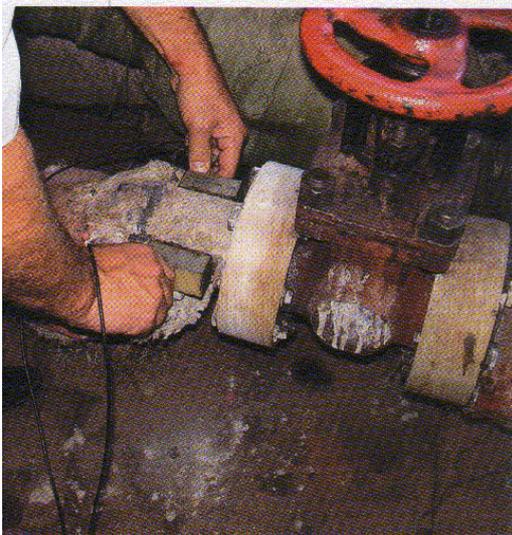
Цель контроля: проверка влажности пара на паропроводе $\text{д}\text{у} 32 \text{ мм}$.

Температура пара — $+130...136^\circ\text{C}$, давление пара — 3 бар.



По последней осциллограмме видно, что пар очень влажный, из чего следует, что учет пара в АТП-1 с помощью сужающего устройства недостоверен. Это было также почти очевидно по температуре и давлению пара.





**Объект: тепловая камера ТК-5
ОАО «ТЕВИС»**

Цель контроля: проверка влажности пара на паропроводе ду 400 мм и пригодности всех оставшихся узлов учета пара к коммерческому учету с нормой точности измерений пара 5%.

Температура поверхности паропровода, измеренная пирометром МТ-4 — +183°C, давление пара не измерялось (ориентировочно — 12-15 бар).

Излучатель и приемник ультразвука приводились в соприкосновение с паропроводом одновременно. Толстый слой неснятого налета на трубе не позволил получить сильный сигнал (фото 1), однако после выбора местоположений датчиков сигнал улучшился (фото 2), что свидетельствовало о влажности пара. Уровня сигнала недостаточно для измерения расхода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. От узла УТ-7 ОАО «ТЕВИС» перегретый пар поступает в тепловую камеру ТК-5 влажным (в 11.00, при нагрузке, близкой максимальной).

**Объект: узел ОАО
«Лифтэлектросервис»**

Цель контроля: проверка влажности пара на паропроводе ду 80...100 мм.

Температура пара — +183°C, давление пара — 13,5 бар.

По последней осциллограмме видно, что пар очень влажный, из чего следует, что учет пара в ОАО «Лифтэлектросервис» с помощью сужающего устройства недостоверен. Из-за погрешностей приборов это не было очевидно по температуре и давлению пара. Первоначальный контакт накладных приборов с трубой был впервые с начала проверок плохим, но после зачистки поверхности трубы появился.



**ФАЛЬСИФИКАЦИЯ ПРИБОРНОГО УЧЕТА
С ПОМОЩЬЮ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ**

(фрагмент статьи)

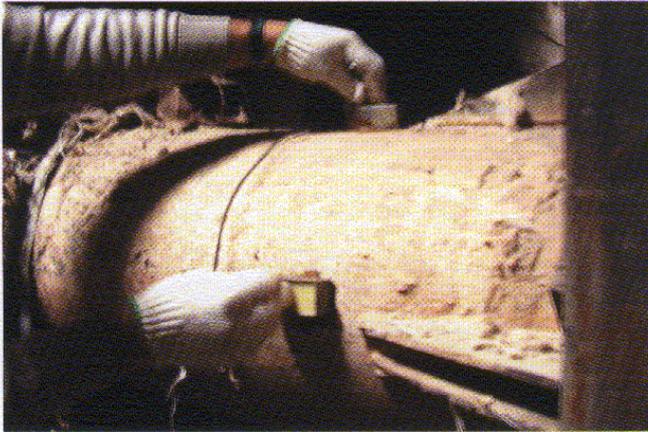
авторы

**С. Канев,
А. Глухов,
А. Старовойтов**
(Хабаровск)

Экономия	Размерность	Номер варианта		
		B1	B2	B3
Тепло	Гкал	1798	1518	3164
Вода	Тонны	651	-	651
Денежные средства	Рубли	1662561	1384416	2908353

Вопросам фальсификации приборного учета в последнее время уделяется все больше внимания. Но все указанные способы «энергосбережения» меркнут перед возможностями корректировки показаний приборного учета с помощью микропроцессорных устройств... В таблице приведена «экономия» тепла, воды

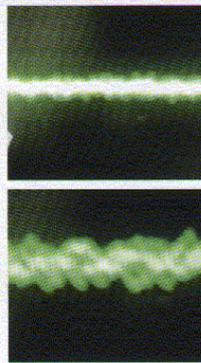
и денежных средств, полученная за счет корректировки показаний. Расчеты производились исходя из тарифов на тепло и воду, существовавших в г. Хабаровске: 912 руб/Гкал и 35 руб/тонна. Как видно из приведенных выше данных, **незначительная — в пределах 3-10% — корректи-**



Следовательно, все абоненты получают от ТК-5 влажный пар. На всех узлах учета пара отсутствует измерение сухости пара и учет коэффициента сухости. Согласно документации на вихревые счетчики пара (МЕТРАН), установленные в ОАО «АвтоВАЗ», теоретически учет возможен, однако метрологически нет, поскольку влажный пар, конденсируясь на стенках, нарушает аэродинамику обтекаемых потоком тел внутри преобразователя расхода, которую разработчик прибора не исследовал и не опубликовал. То же относится и к диафрагмам, предназначенным только для работы с перегретым паром.

1. Противозаконно распределять нагрузки по показаниям дефектных узлов учета. Нет такого метода измерений.

2. При рассмотрении варианта с архивированием времени полного перекрытия пара необходимо определить степень безопасности па-



ровой системы в зимнее время, с выполнением соответствующих расчетов и средств защиты от обледенения (взрыва).

3. Нет необходимости в дорогостоящей реконструкции паропровода с переводом на перегретый пар, поскольку потребность в паре в постсоветское время резко сократилась не только для потребителей ТЭЦ ВАЗа, но и по всей стране.

4. Решение проблемы видится нам в правильном учете влажного пара с разделением измерений сухой и жидкой фазы или в переходе от влажного пара к его перегреву с помощью дополнительных устройств (нестандартных нагревателей на газовом топливе).

5. В ряде случаев возможен перевод технологии с пара (например, битумопроводов) на электрический обогрев лентам до 180оС.

6. Сейчас учет пара не соответствует норме точности измерений (5%), дальнейшая эксплуатация существующих узлов учета без разделения на фазы нарушает ст. 11 Закона РФ «Об энергосбережении» по соблюдению норм точности измерений, поэтому необходимо отказаться от дефектного учета и перейти на расчеты по проектным нагрузкам.

7. Результаты инструментального контроля влажности пара предлагается вынести на совместное с абонентами обсуждение для принятия компромиссного решения по исключению 63% потерь, которые несет поставщик пара. Целесообразна одновременная реализация вариантов исполнения по пп. 4-6. Проектная нагрузка должна корректироваться по фактическому паровому оборудованию, используемому потребителем. Неиспользуемое оборудование должно быть опломбировано тепловой инспекцией.

ровка данных позволяет данному потребителю получить «экономия» от 1,4 до 3 млн рублей в месяц.

Отметим, что в этом случае даже при внеочередной проверке невозможно обнаружить фальсификацию данных...

Прим. научного редактора: Мы сократили примерно в 10 раз объем актуальной статьи, но основную мысль выделили и указали источник в сети Internet, где можно найти и всю статью, и другие материалы авторов. Мы также исключили из списков литературы, на которую ссылаются авторы, 3-ю статью, растиражированную разными источниками, но на 50% скопированную (и такое бывает, причем без ссылки на автора и в худшем изложении) с нашей значительно более ранней публикации в журнале «Энергетическая эффективность», ЦЭНЭФ, М. – 2000, № 29, с. 13-15. («Осторожно: учет расхода энергоносителей под угрозой несанкционированных вмешательств недобросовестных потребителей»). Об этом и путях решения автор также сообщил на НТК по метрологии и ИТ Госстандарта РФ (протокол № 10 от

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Анисимов Д.Л.** Теплосчетчики: о фальсификациях и спекуляциях // Совершенствование измерений расхода, регулирование и коммерческий учет энергоносителей. Материалы 3-го Международного научно-практического форума двух конференций. – СПб., Борей-Арт, 2003 (декабрь).
 - 2. Андреев И.П.** Потери тепла и воды, предупреждаемые калибровкой // Коммерческий учет энергоносителей. Материалы 17-й Международной научно-практической конференции – СПб., Борей-Арт, 2003 (апрель).
- Источник:**
<http://www.iers.ru>
 (Хабаровский центр энергоресурсосбережения)

27.06.2000 г.). Основная цель нашей публикации (были и более ранние, но меньшего объема) — в выделении и разборе 6 групп дефектов (6-я группа — «использование программируемых искажений») для того, чтобы исключить дефекты при конструировании систем.



ЭЛЕМЕНТЫ МАРКЕТИНГОВОГО ПЛАНА

Проект предназначен для решения следующих калибровочных и компоновочных проблем создания систем и сетей для экономического и регионального развития РФ:

1) на основе запатентованных технологий калибровки - верных и полных измерений, снижения потерь и хищений энергоресурсов на всех трубах, создания сетей контроля удельного расхода и потребления энергоресурсов,

2) замены стационарных массивных (многотонных) проливных и поверочных стендов - имитаторов сетей и калибровочных лабораторий на портативные (килограммовые и меньше) и мобильные калибраторы расхода,

3) достижения стимула многократного энергосбережения на объектах не хуже мирового уровня и разработки тиражируемых конструкторских программ на сборку и испытание систем учета и сбережения энергоресурсов (включая электроэнергию),

4) замены ремонта городских и поселковых инженерных сетей воды, тепла и канализации с вскрытием асфальта методом прокладки новой трубы в старой трубе без вскрытия,

5) создания систем контроля качества и доводки сложных изделий (турбодетандерных ожижителей метана как основного топлива и пр.) и комплектующих,

6) организации новых рабочих мест и производств на основе роста ВВП в отношении 1/3 (по данным РАН) к росту энергосбережения, переход экономики РФ к новому технологическому укладу, "пройденному развитыми странами в 70-е годы" (Путин).

«Умная» сеть позволит городам и регионам конкурировать по реальной удельной экономии ресурсов и улучшению жизни населения. Наиболее интересная форма управления сетью - через авторскую управляющую «калибровочную» компанию.

В мировом масштабе сеть позволит успешно бороться с потеплением климата путем ограничения чрезмерного удельного потребления энергоресурсов.

Учитывая печальный опыт продвижения передовой продукции и незащищенных патентами конструкторских и метрологических идей в постсоветское время, детальный

маркетинговый план отложен в сторону, но будет сформирован по ходу выполнения опытно-конструкторских работ с участием заведующего кафедрой "Маркетинг и информационные технологии".

1. ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ КАЛИБРАТОРА РАСХОДА ТЕКУЧИХ СРЕД
Мы сотрудничаем с Арзамасским приборостроительным заводом (АПЗ) и находящимся в нем СП «Эльстер Газэлектроники» с 1974 года с использованием газовых счётчиков, например, на АвтоВАЗе.

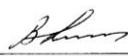
445020, г. Тольятти
а/я 2924
Директора
ЗАО «Точэнерго»
г-ну Андрееву И.П.

УВЕДОМЛЕНИЕ № 206 от 12.03.01г.

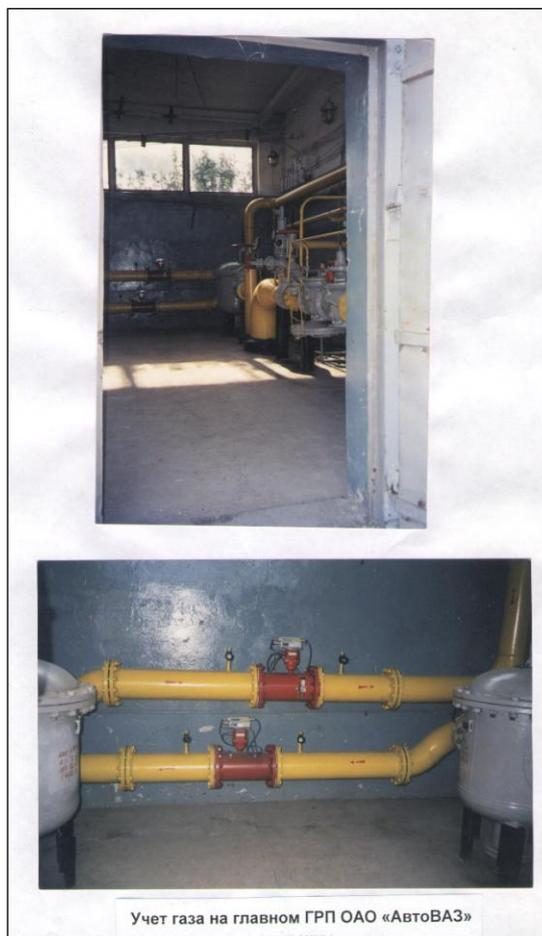
Настоящим уведомляем о принятии к финансированию договора № 2959 от 27.02.2001г в сумме 648738,00 /шестьсот сорок восемь тысяч семьсот тридцать восемь рублей/.

Бюджетодержатель:
Вице-президент
по производству  14/03/2001 **М.Н.Добындо**

Финансовый директор-
Управляющий Казначейства  **Г.И.Казакова**

 20.03.01  

Вх. № 4305 / 008155/01
20.03.01
КАЗНАЧЕЙСТВО АО «АВТОВАЗ»



Пример применения счетчиков природного газа на диаметр условного прохода ду 200 мм при доверительных отношениях оплаты после сдачи объекта в срок приведен выше. Обратите внимание на срок исполнения срочного договора по замене дефектной системы учета газа на главном газораспределительном пункте АвтоВАЗа на новую систему и сдаче с первого предъявления Средневожской газовой компании (СВГК) с 27.02.2001 по 12.03.2001 года (2 недели), по-моему, с такой скоростью никто не работает. После приёмки и ответа на все вопросы конструкция системы приборного учёта принята комиссией СВГК в качестве образца и массово тиражирована, но без нашего участия.

Завод может взять на себя доработку СГТ-16Э с собственной электронной коррекцией, а Эльстер Газэлектроника – СГ-16Э с электронной коррекцией германской компании Эльстер.

Образец пройдет испытание, доводку и будет заявлена сертификация (утверждение типа) как средства измерений.

2. ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ НЕОДНОРОДНОСТИ ТЕКУЧИХ СРЕД

Проблем с применением системы контроля неоднородности среды нет. После придания товарного вида его можно применять путем выезда на места или путём рекламирования и продажи.

Повторюсь, что с новым прибором «в принципе безразлично, какую неоднородность среды контролировать на трубах:

- **влажный пар**, на котором ни один серийный «сертифицированный» счетчик пара нормально не работает (погрешность по ТЕВИСУ и Ульяновскэнерго до 50-60%),
- **влажный газ**, в том числе природный газ в трубопроводах, Германия такой газ бракует,
- **алкоголь с воздухом**, всегда, принято как основа для отказа от учёта алкоголя,
- **воду с воздухом**, например, в квартирах,
- **нефть с водой и воздухом**, всегда,
- **авиационный керосин с водой** (из-за чего выделяется конденсат внутри замороженных топливопроводов, что и привело к аварии Боинга в США и Ан-124 под Иркутском),
- **жидкой водород в 2-фазном состоянии**, при подаче в ракетные двигатели,
- **молоко с воздухом** после насоса по потоку, всегда,
- **бензин и нефтепродукты с воздухом на автозаправочных станциях**, всегда, когда знают, как воровать, замещая бензин на воздух, и хотят это делать,
- **и т.д.»**

Если не контролировать неоднородность текучей среды, то это совсем плохо.

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ

(общее для 2-х проектов)

Одно из предпочтительных **IT-направлений развития** Единой технологии калибровки и конструирования систем учёта и сбережения энергоресурсов, как их видит один из наших соисполнителей, отражены в публикациях и проекте выше.



Независимо от результатов конкурса «СОНАР» работы А. Шмелёвой по глобализации IT-сети точного определения чрезмерного удельного потребления энергоресурсов людьми, домами, предприятиями, городами и регионами будут продолжены. В мировом масштабе сеть позволит успешно бороться с потеплением климата путем ограничения чрезмерного удельного потребления энергоресурсов.

Проект А. Шмелёвой размещён на сайте Google:

<https://sites.google.com/site/absmeleva/> - Глобальная сеть калибруемого контроля чрезмерного удельного потребления энергии, топлива и воды. The global network of calibrated control over the specific energy consumption, fuel and water.

ПРОЕКТ РЕГЛАМЕНТА

по обеспечению единства измерений энергоресурсов на потоке

(общее для 2-х проектов)

1. Общие положения - пропущены (изложены в публикациях).

1.1. Сфера действия настоящего регламента

1.2. Основные понятия

2. Общие требования к калибровке и испытаниям на взлом систем приборного учета на трубопроводах

2.1. Система приборного учета на трубопроводах должна подвергаться пломбированию, комплектной калибровке и поверке на потоке, всем разумным видам испытания на взлом информации (по влияниям), внешнему осмотру и поиску несанкционированных врезок, отводов, фильтров, других источников влияний, не защищаемых по сопроводительной документации пломбами.

2.2. Время наработки опломбированной системы приборного учета на потоке до проведения калибровки и испытаний допускается до 3 месяцев. Если по окончании наработки и в эксплуатации подтверждается метрологическая надежность системы приборного учета, то архивные данные засчитываются в качестве коммерческой информации. В противном случае система приборного учета не принимается в коммерческую эксплуатацию и требует доработки или замены на более совершенный комплект.

2.3. Для оперативного контроля и вмешательства допускается проводить калибровку и испытания в усеченном объеме. Объем оперативных испытаний определяется конструктором самостоятельно с учетом практического опыта, а при его отсутствии в соответствии с требованиями главного конструктора. В случае выявления хотя бы одного дефекта система приборного учета бракуется и предъявляется к приемке в полном объеме заново с временной отсрочкой не менее 1 месяца на устранение брака. В этот период плата взимается по проектной нагрузке (нормативу), если не принят в эксплуатацию по п. 2.2 заменяющий комплект.

2.4. Приемка и эксплуатация системы приборного учета, принятой без выполнения условия 2.1, не допускается. В этом случае система приборного учета не допускается к работе с отключением питания или снятием с трубопровода с опломбированием мест подключения.

3. Специальные требования к пломбированию

- 3.1. Интерфейсные разъемы вычислителей, неопломбированные поверителем сразу после поверки, в эксплуатацию не допускаются. Вычислитель возвращается поверителю на обязательную повторную поверку с последующим пломбированием надлежащего качества.
- 3.2. Клавиатура на вычислителе должна отсутствовать или полностью закрываться и пломбироваться, все текущие значения параметров должны высвечиваться на экране монитора.
- 3.3. Вычислитель должен иметь практически односторонний (асинхронный) интерфейс, встроенный или внешний, но, в последнем случае, опломбированный в месте подключения к существующему интерфейсному разъему. С одностороннего интерфейса допускается дистанционная передача данных.
- 3.4. Криптографическая защита не допускается или допускается по согласованию сторон, включая конструктора систем приборного учета.
- 3.5. Допускается применять интерфейсный разъем с 2-сторонней передачей данных, который должен пломбироваться поставщиком после очередного скачивания архива. Посторонние лица к такому разъему во время скачивания архива и пломбирования разъема не допускаются. Копия архивных данных переносится на носитель потребителя по его требованию.
- 3.6. Скачивание архива дефектной системы приборного учета не выполняется, если это не служит предметом конструкторского разбора дефекта.
- 3.5. Должно производиться оцифрованное фотографирование установленных пломб, всей системы приборного учета и его окружения (например, обводов) на предмет выявления последующего вмешательства и упрощения проектной документации.
- 3.5.1. Допускается подключение GSM-модемов и иных модемов к интерфейсным разъемам при наличии дополнительного независимого регламента по подключениям и испытаниям модемов и защите информации от несанкционированного доступа.
- 3.6. Скрытые в стенах, коробах и т.п. сигнальные проводки не допускаются.
- 3.7. Неопломбированные фильтры квартирных счетчиков и подобная незащищенная от взлома арматура к эксплуатации не допускаются.
- 3.8. Механическая защита от взлома должна пломбироваться.
- 3.9. Ответственность за качество указанных в документации пломб и технологий пломбирования несет конструктор.
- 3.12. К приемке и эксплуатации не допускаются системы приборного учета с неопломбированными патентовладельцем или его представителем отводами для подключения калибраторов.

4. Требования к однородности текучей среды

4.1. При наличии сомнений в неоднородности измеряемой среды (за счет выделения из жидкости растворенного воздуха, наличия взвесей, влаги и т.п.), осуществляется обязательный инструментальный контроль неоднородности потока в трубопроводе.

Примечание. Пример реализации качественного метода контроля неоднородности потока в трубопроводе на примере влажного пара описан в [6]. Ранее такой же контроль осуществлялся автором на алкоголе (1998), но технические решения по дефекту были приняты не автором. Вся система приборного учета алкоголя в РФ аннулирована как негодная.

4.2. Наличие неоднородности потоков не допускается, если компенсация погрешности, обусловленной неоднородностью, не выполнена с оценкой результирующей погрешности измерений после проведения соответствующего комплекса многофакторных исследовательских испытаний и утверждением результата органами по метрологии.

5. Требования к испытаниям систем приборного учета и его окружения на взлом

Внимание! Извините, но принципы испытаний на взлом (как провоцирующие организацию обходных путей хищений со стороны поставщика или потребителя) не публикуются.

6. Требования к системам измерения для энергетического аудита (обследования), при отсутствии систем трубопроводного приборного учета на объекте обследования с нормированной погрешностью измерения

6.1. Измерение расхода на трубопроводах осуществляется 2-мя взаимоисключающими методами или 1-м методом с независимой калибровкой.

6.2. Результаты аудита в конечном документе (отчете, паспорте) указываются с расчетом результирующей погрешности измерений.

6.3. Ненормированные погрешности измерений основанием для принятия окончательных решений по аудиторской проверке потребления ресурсов не являются.

7. Требования к диагностике утечек и хищений, осуществляемых через взлом систем приборного учета

Внимание! Извините, но принципы диагностики утечек и хищений энергоресурсов не публикуются. См. объяснения в разделе 5.

8. Требования к порогу чувствительности и рабочему диапазону измерений

8.1. Порог чувствительности квартирного счетчика воды не должен превышать 5% от установленной суточной нормы потребления. Данное требование не применять, если квартирно-домовой баланс не превышает 5% или имеет установленную норму точности измерений.

8.2. При оценке или расчете результирующей погрешности принимается во внимание только рабочие диапазоны измеряемых и влияющих величин.

9. Требования к допускаемому дисбалансу сетей приборного учета

Оценка погрешностей узлов, систем и сетей осуществляется по методикам, разработанным и утвержденным Росстандартом, а при отсутствии полных данных, - с учетом составляющих, полученных в результате проведенных испытаний.

10. Требования к поверке (калибровке) 1-трубных систем приборного учета текучих сред

10.1. Поверка (калибровка) канала измерения расхода 1-трубных систем приборного учета текучих сред должна осуществляться через врезку в трубе с помощью мобильного или встроенного калибратора расхода с погрешностью не менее чем в 3 раза лучшей погрешности рабочего расходомера.

10.2. Полная поверка 1-трубной системы приборного учета текучих сред выполняется с применением любого из известных методов калибровки остальных каналов (температуры, давления, влажности и т.п.) и вычислителя.

11. Требования к поверке (калибровке) 2-трубных систем приборного учета тепловой энергии и теплоносителя

11.1. Калибровка узла учета тепловой энергии и теплоносителя выполняется в соответствии с п. 1 формулы изобретения по патенту РФ № 2182320 с помощью переносного или перевозимого калибратора тепловой энергии и теплоносителя. Образцовые средства измерений, входящие в состав калибратора, должны быть пройти сертификацию и поверку в составе калибратора для исключения систематических погрешностей.

11.2. Калибровка каналов измерения расхода (и разности расходов) выполняется в любых точках рабочего диапазона расходов с учетом времени стабилизации потока и прекращается при обнаружении отклонений, превышающих нормы точности измерений.

11.3. Температура потока измеряется на максимальном расходе теплоносителя с учетом необходимого времени прогрева всей системы измерения.

11.4. Калибровка каналов измерения температуры (и разности температур) в рабочем диапазоне температур выполняется при максимальной, промежуточной и минимальной рабочей температуре теплоносителя. Температура потока измеряется на постоянном расходе и температуре теплоносителя с учетом необходимого времени прогрева или охлаждения всей системы измерения. При калибровке учитывается реальный рабочий диапазон температур по прямому и обратному трубопроводу. Калибровка прекращается при обнаружении отклонений, превышающих нормы точности измерений, а также при

наличии нестабильного потока, ведущего к значительному искажению показаний приборов.

11.5. Определяются погрешности измерения разностей температур и расходов, обусловленные нелинейностью градуировочных характеристик соответствующих каналов. Допускается комплектная калибровка непосредственно на потоке (Извините, данный материал не публикуется).

12. Оформление результатов инструментального контроля и испытаний

12.1. По завершении всего цикла калибровки и испытаний узла или системы учета в эксплуатации рассчитывается результирующая (суммарная) погрешность в рабочем диапазоне измерений и оформляется акт приемки узла или системы учета в эксплуатацию с занесением полученной максимальной погрешности и сравнением с допустимой (утвержденной) нормой точности измерений.

12.2. При наличии хотя бы одного отрицательного результата инструментального контроля, выполненного по данному регламенту, или выявленного в процессе эксплуатации нормативно недопустимого дисбаланса для всей системы учета оформляется карта дефектов со снятием соответствующего узла или соответствующей системы и сети учета с эксплуатации.

13. Статистика

13.1. Результаты контроля качества продукции должны освещаться на специальном сайте с указанием названия и руководства заказчика и изготовителя систем приборного учета (не приборов) на трубопроводах соответствующего качества.

13.2. С целью облегчения поиска названия фирмы и надежности ее услуг по приборному учету содержимое сайта может представляться в статистически обработанном виде.

14. Предупреждение споров между поставщиками и потребителями ресурсов (рекомендация)

14.1. Поставщики и потребители энергоресурсов не обязаны и не должны принимать без регламента и на веру показания систем и сетей приборного учета ресурсов и считать их пригодными для коммерческого учета.

14.2. Пункты 8.6 и 9.10 в «Правилах учета тепловой энергии и теплоносителя» 1995 г., по пломбированию и смыслу касаются и интерфейсных разъемов.

14.3. Наличие согласований проектов и документации не обязывает согласующего принимать и эксплуатировать дефектную систему приборного учета в эксплуатации.

14.4. Затраты на калибровку, отбраковку (до 1-го дефекта) и испытание систем приборного учета осуществляются заинтересованной стороной, а после исправления предполагаемых ошибок и документации – собственником систем приборного учета

ресурсов, на его страх и риск с учетом возможного выявления новых дефектов систем приборного учета при повторных испытаниях.

14.5. Поставщик ресурсов не должен и не обязан осуществлять конструирование и реконструкцию систем приборного учета своих потребителей.

14.6. Использование запатентованных технологий калибровки и испытаний систем приборного учета ресурсов осуществляется в соответствии с действующим законодательством, а в случае противоречий - с международным правом.

15. Вступление в силу

15.1. Заказчик (как постановщик задачи) и конструктор системы приборного учета полностью отвечают за ее натурные испытания и качество при приемке и в эксплуатации, поэтому руководствуются настоящим регламентом с момента опубликования в журнале и сайте, что раньше. Исправления и дополнения в регламент вводятся в рабочем порядке согласно п. 14.3.

15.2. Любые предприятия и организации вправе разрабатывать, утверждать и вводить в действие собственные технологические регламенты аналогичного содержания, не противоречащие законодательству РФ и здравому смыслу. В этом случае все рекомендации (правила учета, методики измерений и т.п.), включая настоящий регламент, применяются, как указано в новом регламенте, а персональную ответственность за свой регламент, согласования, обучение персонала, абонентов и т.п. несет ее разработчик. Разработчик регламента обязан быть лучшим специалистом в соответствующей области техники (калибровки и испытаний систем учета на потоке), а постановщик задачи (со слов разработчика) понимать, о чем идет речь.

15.3. В случае доработки настоящего регламента с незначительными изменениями и дополнениями, предприятия или организации обязаны согласовать новый регламент с автором настоящего регламента, а тот присвоить ему соответствующий номер версии, и опубликовать номер с его идентификацией в журнале или на сайте. Ответственность за новый регламент несет тот, кто указан в нем в качестве разработчика.

15.4. Разработка и утверждение технического регламента по закону РФ «О техническом регулировании» не является целью и компетенцией разработчика настоящего регламента, если не будет оговорено иное. Новый закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении...» не противоречит требованиям соблюдения единства измерений на потоках и требованиям настоящего регламента.

Источник: фрагмент из статьи Андреева И.П. в журнале "Энергетика, энергосбережение, экология". 2010. Апрель. С. 80-85.