(cc) BY

Баранник Светлана Фёдоровна
студентка
Научный руководитель
Герасименко Евгений Юрьевич
канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»
г. Ростов-на-Дону, Ростовская область

ТЕНДЕНЦИИ РАЗРАБОТКИ КОРИОЛИСОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ В РОССИИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Аннотация*: в статье рассмотрены тенденции разработки кориолисовых расходомеров на российском рынке; принцип работы устройства, его составляющие части; появление компаний по разработке данного прибора и их стратегии на рынке; влияние тенденций разработки кориолисовых расходомеров на экономику.*

Ключевые слова*: кориолисовый расходомер, эффект кориолиса, массовый расход, измерения.*

В связи с тем, что развитие рыночной экономики не стоит на месте возрастает необходимость преобразования системы учета всех потоков производств. Все потоки по своему заданному типу, примером послужит нефтеперерабатывающая продукция на заводе, можно разделить на:

– входящие (сырье поставляемое на завод);

– внутрицеховые;

– межцеховые;

– выходящие (сырье выпускаемое заводом).

Так как требования к качеству измерения расхода коммерческого учета возрастают, возникает резкая необходимость замены устаревшего оборудования на более новые усовершенствованные и современные. Данные изменения должны соответствовать определенным критериям: измерение массового расхода, температуры, наличие компьютерного интерфейса, доступность для монтажа и

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

эксплуатации, легкость в применении. Одним из таких приборов является кориолисовый расходомер. Он, в отличие от обменных расходомеров, обладает высокой точностью при снятии показаний.

Кориолисовый расходомер – прибор, в котором для измерения массового расхода жидкости и газа применяется эффект Кориолиса. Расходомеры данного типа определяют массовый расход напрямую, а не как другие расходомеры через измерения скорости и объема. Они не зависят ни от давления жидкости, ни от температуры, ни от плотности и вязкости. Поэтому данные устройства тем хороши, что не требуют повторных проведений калибровки и подстройки под определенный тип жидкой среды. В настоящее время приборы адаптированы и для проведения работ с газами, хотя ранее работали только с жидкостями.

Расходомеры этого типа получили свое название в честь французский математик, механик и инженера Гаспара-Гюстова Кориолиса.

Кориолисовый измеритель имеет в своем составе одну или две вибрирующих трубки, изготовленных из нержавеющей стали. Для того чтобы результат при измерении был точен важно защищать трубки и места их соединений и креплений от механического и химического воздействия потока жидкости. Для газов применяют тонкие трубки нежели для жидкости.

В основе принципа его действия лежат изменения фаз механических колебаний U-образных трубок, в которых протекает среда. Поток жидкости (или газа) поступает в измеритель через впускное отверстие и с определенной массой, движущуюся через входные ветви расходомерных трубок, создает кориолисову силу, сопротивляющуюся расходомерным трубкам. Расход определяется по действию жидкости на вибрирующие трубки. Когда происходит движение жидкости от входа к выходу, то на поток будет действовать вибрационное ускорение, которое все время меняет свое направление. Так как потоки в двух ветвях трубки направленны в противоположные стороны, то именно в этих местах возникает сила Кориолиса, которая будет иметь направление в разные стороны. Если в трубке отсутствует поток вибрации на входе и выходе совпадаю, то есть между

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

ними нет сдвига фаз. При появлении потока – трубка изгибается и происходит сдвиг фаз, который пропорционален величине массового расхода.

Основные преимущества кориолисовых расходомеров:

– высокая точность измерений параметров;

– работают вне зависимости от направления потока;

– не требуются прямолинейные участки трубопровода до и после расходомера;

– надёжная работа при наличии вибрации трубопровода, при изменении температуры и давления рабочей среды;

– длительный срок службы и простота обслуживания благодаря отсутствию движущихся и изнашивающихся частей;

– измеряют расход сред с высокой вязкостью;

– данные устройства используются для измерения расхода СУГ (сжиженные углеводородные газы).

К основным недостаткам можно отнести достаточно высокую стоимость. Причиной является сложность технологии, выражающаяся во множестве нюансов, тщательно оберегаемых ведущими мировыми фирмами-изготовителями и дороговизной самого технологического оборудования для серийного производства. Сам принцип измерений основан на тонких эффектах и требует глубокой проработки конструкции на основе численного моделирования процессов механики и гидрогазодинамики.

Основные тенденции развития связаны с тем, что до недавних пор отечественные разработки данных расходомеров отсутствовали, а на российском рынке особое место занимали товары импортозамещенные. В 10-х годах стали появляться производители отечественных приборов, у которых были разные стратегии производства.

Одной из таких стратегий является появление крупноузловой сборки из комплектующих изделий того же происхождения с постепенной частичной локализацией наименее сложных узлов на отечественных предприятиях по

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

аутсорсингу – это опора на сторонние ресурсы: копирование конструкций азиатских производителей и производственный аутсорсинг.

Вторая стратегия сводилась к ребрендингу, т.е. сертификация отечественной марки готовых, при этом производство заключается лишь в переклеивании шильдиков и калибровке таких приборов на проливочных метрологических стендах.

Третья стратегия – самая сложная, но и наиболее перспективная – овладение полным циклом технологии расчета, проектирования и изготовления столь наукоемких приборов. Это потребовало больших затрат времени и ресурсов, вызвало необходимость теоретических исследований и анализа лучших решений от ведущих производителей. Но данная стратегия дала возможность приобрести бесценные знания и технологический опыт и выработать методику проектирования таких приборов, во всём комплексе: от сложных расчетов конструкции датчика до моделирования прецизионных измерительных электронных схем. Этой стратегией занялась компания «ЭЛМЕТРО-Фломак», которая пока единственная вывела на рынок Росси отечественный кориолисовый расходомер с полноценным HART-интерфейсом, зарегистрированный международной ассоциацией FieldComm, осуществляющей развитие и поддержку протокола HART. Это означает, что прибор успешно прошёл официальные испытания и удовлетворяет всем спецификациям этого протокола.

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка кориолисовых расходомеров показала свою эффективность и то, как она влияет на экономические показатели, так как она основывается на овладении полным циклом компетенций и технологий. Это и есть подлинная реализация концепции технологической независимости России, ставшей столь актуальной в условиях санкционных ограничений.

В целом можно сказать, что тенденции по разработке и внедрению кориолисовых расходомеров не остались в стороне. Данные приборы очень важны в коммерческом и технологическом учете углеводородов в нефтяной и газовой промышленности, так как они позволяют достичь высокой точности измерений,

Содержимое доступно по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)

работают вне зависимости от направления потока. Единственным недостатком данного расходомера является то, что его нельзя использовать при измерении жидкости с низкой плотностью. Но их появление на рынке сильно повлияло на экономику, так как с их помощью измеряют массовый расход кислот и щелочей, нефти, битума и жиров, масел (как растительных, так и синтетических), пищевых продуктов и напитков, лаков, красок и наполнителей, топлива и теплоносителей, лекарственных препаратов, косметических средств и многих других жидкостей и газов.

Список литературы

1. Баландин Е.А. Разработка чувствительного элемента кориолисового расходомера/ Е.А. Баландин, Т.Н. Баландина [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-chuvstvitelnogo-elementa-koriolisovogo-rashodomera/viewer

2. Жестков А.В. Отечественные кориолисовые расходомеры – стратегии и «ловушки» импортозамещения / А.В. Жестков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://energybase.ru/news/articles/domestic-coriolis-flowmeters-strategies-and-traps-of-import-substitution-2020-12-28

3. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник [Текст] / Дж. Фрайден. – С. 394–395 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elec.ru/viewer?url=files/2020/01/29/Frayden_Dzh_-_Sovremennye_datchiki_Spravochnik.pdf

4. Плечанов В.Ю. Кориолисовые расходомеры RHEONIK / В.Ю. Плечанов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--80aaigboe2bzaiqsf7i.xn--p1ai/keypart-2021-d1/

5. Гаспар Г. Кориолис / Г. Гаспар [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elementy.ru/biography/425875/Gyustav_Gaspar_KORIOLIS

Content is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (CC-BY 4.0)