

УДК 681.121.4

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ВИХРЕВЫХ
РАСХОДОМЕРОВ-СЧЕТЧИКОВ, ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ
ENERGY COMPARISON OF ULTRASONIC AND VORTEX FLOW
METERS, THEIR APPLICATION IN HEAT POWER ENGINEERING**

В.А. Фомина, В.В. Куделко

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск
V. Fomina, V. Kudelko

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В статье рассматривались преимущества и недостатки ультразвукового (Proline Prosonic Flow I 400) и вихревого (SITRANS FX 300) расходомеров-счетчиков, их устройство и способы применения в теплоэнергетике.

Abstract: The article discusses the advantages and disadvantages of ultrasonic (Proline Prosonic Flow I 400) and vortex (SITRANS FX 300) flow meters, their design and methods of application in the heat power industry.

Ключевые слова: расход, вихрь, звуковая волна, вязкость, трубопровод, вибрации, поток.

Keywords: flow, vortex, sound wave, viscosity, pipeline, vibrations, flow.

Введение

Энергетика – это неотъемлемая часть жизни каждого на Земле. Человек, который не работает с энергией и ее преобразованием, все равно тесно связан с этой сферой. Время идет, предприятия создаются, растут и расширяются. С каждым днем возникает острая необходимость в новом оборудовании, в инновациях и модернизации «старого» оснащения. Это касается не только главных составляющих, но и вспомогательного оборудования, которое упрощает работу любой станции, будь то электрическая или тепловая. Одним из видов вспомогательной техники являются расходомеры. Изучение расходомеров поможет специалистам выбрать оптимальное оборудование для их предприятия.

Основная часть

Расходомеры-счетчики постепенно обретают популярность и распространяются во все отрасли. Они относятся к системам измерения и контроля потоков газов и жидкостей и чаще всего применяются в местах, где располагаются трубопроводы. Существует несколько типов расходомеров: электромагнитные, ультразвуковые, вихревые, кориолисовы, перепада давления, тахометрические, ядерно-магнитные и другие. В данной статье будет приведено сравнение нескольких моделей счетчиков. Первый расходомер ультразвукового типа (Proline Prosonic Flow I 400), а второй – вихревой (SITRANS FX 300). Выбранные приборы внешне отличаются между собой, хоть и имеют схожие

функции. На рисунке 1 представлен внешний вид приборов. Слева расположен расходомер-счетчик ультразвуковой, справа – вихревой.



Рисунок 1 – Ультразвуковой и вихревой расходомеры-счетчики [1]

Принцип работы ультразвукового расходомера-счетчика Proline Prosonic Flow I 400.

Данный прибор был введен в эксплуатацию недавно (май 2024) и за такой короткий срок успел себя зарекомендовать как высокоточное, надежное и простое в использовании устройство. Расходомер работает на основе метода времени пролета (Time-of-Light). Эта технология помогает измерять скорость потока газа или жидкости с наиболее высокой точностью. Сам прибор представляет собой два датчика (ультразвуковых). Один из них дает звуковую волну, а второй ее принимает. Данные датчики находятся на противоположных сторонах трубопровода.

Волна, проходя от одного датчика к другому, продвигается и против направления потока, и по направлению. Счетчик-расходомер производит замеры времени, за которое волна пройдет весь путь.

Формула для вычисления средней скорости v [2]:

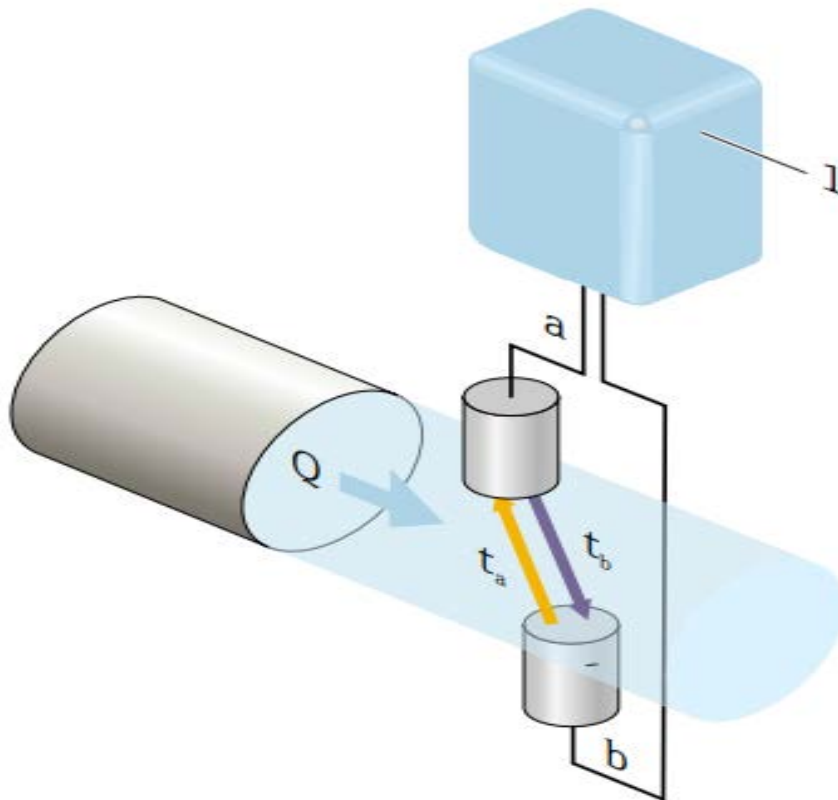
$$v = \left(\frac{L}{\Delta t_1} - \frac{L}{\Delta t_2} \right) / 2, \quad (1)$$

где L – расстояние между датчиками, м;

Δt_1 – время прохождения звуковой волны по направлению потока, °С;

Δt_2 – время прохождения волны против потока.

Прибор считывает изменения температуры и давления. С помощью этого можно вносить правки в значения, чтобы получить максимально точные результаты. Наглядно принцип работы большинства ультразвуковых расходомеров-счетчиков показан на рисунке (рис. 2).



1 – преобразователь; a – датчик; b – датчик; Q – объемный расход; Δt – разница во времени прохождения сигнала

Рисунок 2 – Принцип работы ультразвукового расходомера-счетчика [1]

Принцип работы вихревого расходомера-счетчика SITRANS FX300.

Расходомеры данного типа основаны на принципе измерения вихрей. Образование вихрей происходит при прохождении газа/жидкости через препятствие любого вида (чаще всего цилиндрическое тело, так как, в основном, они расположены на трубопроводах). Поток проходит через препятствие, за ним начинается образование множества вихрей. Работает принцип чередования: один вихрь образуется с одной стороны препятствия, а затем – с обратной. Частота в данном случае играет важную роль: количество вихрей будет увеличиваться, когда газ или жидкость повышает свою скорость движения. Это явление – эффект Кардена. Расходомер SITRANS FX300 оборудован датчиками, которые фиксируют частоту вихрей. Датчики ставят пьезоэлектрические, либо те, что преобразовывают механические колебания в сигнал (электрический). Полученный сигнал анализирует микропроцессор, который встроен в счетчик, и преобразовывает в значение расхода.

Формула для вычисления средней скорости потока в вихревом расходомере [2]:

$$V = \frac{Q}{A}, \quad (2)$$

где V – средняя скорость потока, м/с;
 Q – объемный расход, м³/с;
 A – площадь поперечного сечения трубопровода, м².

Наглядно принцип работы вихревого расходомера-счетчика можно увидеть на рисунке 3.

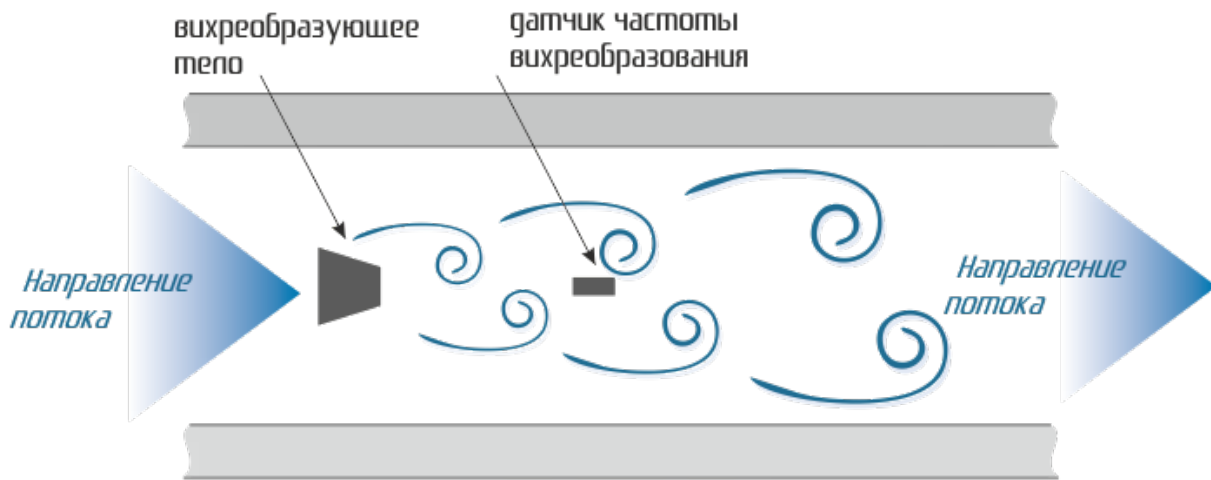


Рисунок 3 – Принцип работы вихревого расходомера-счетчика [3]

Преимущества и недостатки работы ультразвукового и вихревого расходомеров.

У каждого типа и вида расходомера, марки, модели, есть и сильные, и слабые стороны. На примере двух расходомеров рассмотрим и проанализируем преимущества и недостатки [4].

Преимущества:

- Простота конструкции. Механические детали в ультразвуковых счетчиках отсутствуют. Это означает, что количество поломок стремительно падает, как и отпадает необходимость в регулярном обслуживании. В вихревых расходомерах наличие механических компонентов хоть и минимально, но все же может привести к износу и дополнительным расходам;
- Высокая точность измерений. В любых условиях потока, даже при колебаниях, смене температур, точность измерений не снизится ни в одном из представленных типов счетчиков. Это позволяет использовать ультразвуковой и вихревой счетчики-расходомеры даже в критически важных ситуациях;
- Proline Prosonic Flow I 400 универсален для всех типов жидкостей. Он работает без изменений даже с агрессивными, вязкими, коррозионными жидкостями или газами, так как он сделан из специальных материалов, которые не чувствительны к сложным условиям. Именно поэтому он часто используется в энергетике. Вихревые расходомеры сильнее устойчивы при работе в агрессивных средах, включая жидкости и с низкой, и с высокой вязкостью. Именно поэтому они считаются более подходящими для работы с грязными средами.

Недостатки:

- Чувствительность к загрязнениям. При некоторых ситуациях точность

измерений может снизиться. Например, ультразвуковые приборы чувствительны к загрязнениям. Наличие пузырьков или твердые осадки в жидкости могут влиять на точность замера. Вихревые счетчики, в свою очередь, хуже производят измерения при низких скоростях потока или турбулентности. Возникает проблема – учесть это при выборе места установки.

- Диапазон давления и температуры. Имеется ограничения по температуре и давлению у обоих типов расходомера. При выборе прибора необходимо учитывать характеристики, которые должны соответствовать тем, что обеспечат успешную работу оборудования, а в конечном итоге и предприятия.
- Стоимость. Ультразвуковые расходомеры дороже вихревых в большинстве случаев. Это может вызвать проблемы при ограниченном бюджете.

Применение расходомеров-счетчиков в тепловой энергетике

В промышленной, тепловой энергетике ультразвуковые и вихревые расходомеры необходимы для контроля процессов, их оптимизации, повышения коэффициента полезного действия (КПД) (рис. 4). Чаще всего их применяют:

- измерение расхода пара (в паровых турбинах, котлах);
- контроль теплоносителей (в системах отопления/охлаждения для контроля расхода воды или масла);
- измерения расхода топлива (помощь в управлении процесса сжигания);
- мониторинг отходящих газов (для соблюдения норм экологии измеряется расход выходящих дымовых газов).

В последнее время наблюдается тенденция внедрения цифровых технологий в счетчики. Это улучшает их производительность, уменьшает затраченное время на контроль, монтаж и наладку.

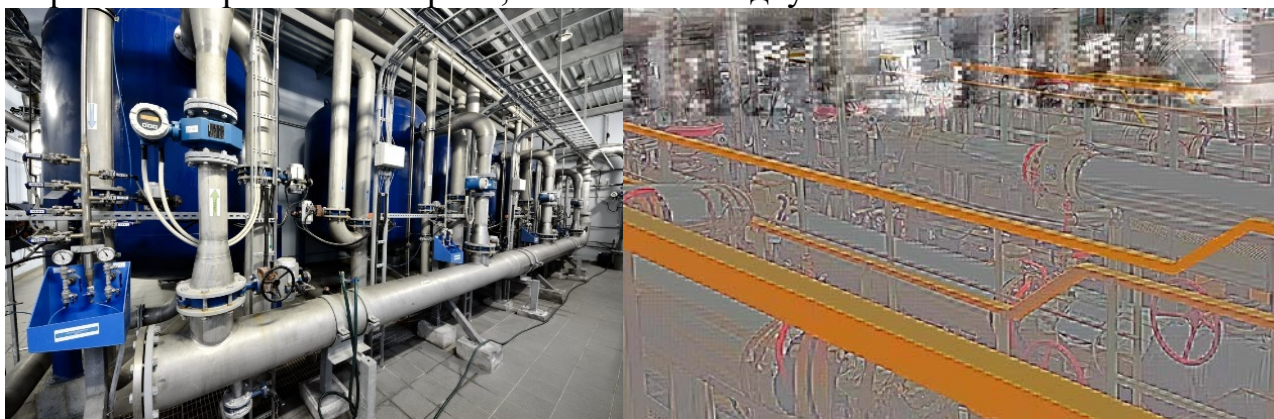


Рисунок 4 – Применение расходомеров-счетчиков на предприятиях [5]

Заключение

Проанализировав представленную информацию, можно сделать вывод о важности наличия расходомеров. Это вспомогательные приборы, которые значительно упростят работу всех предприятий. Счетчики-расходомеры используются не только в сфере энергетики, но и в химической, нефтяной, пищевой отраслях. Они играют важную роль в обеспечении эффективного учета ресурсов. Специалисты, проанализировав принцип работы, слабые и сильные

стороны, смогут сделать оптимальный и обоснованный выбор при проектировании систем расхода и учета на рабочем объекте. Правильный выбор счетчика-расходомера позволит увеличить шансы на успех и в экономическом плане.

Литература

1. Техническое описание Proline Prosonic Flow I 400 Расходомер-счетчик ультразвуковой [Электронный ресурс] / Техническое описание Proline Prosonic Flow I 400. – Режим доступа: https://bdih-download.endress.com/files/DLA/005056A500261EEF8EA288B3E4C586BC/ТИ01567DRU_0224-00.pdf /. – Дата доступа: 14.10.2024.

2. К79 Расходомеры и счетчики количества веществ / П.П. Кремлевский. – Издательство СПб.: Политехника, 2002. – 409 с.: ил.

3. Расходомеры вихревые SITRANS FX 300 [Электронный ресурс] / Расходомеры вихревые SITRANS FX 300. Описание типа средств измерений. – Режим доступа: https://kiptm.ru/images/Production/siemens/sitrans_f_x/sitrans-FX-300-opisanie-tipa.pdf /. – Дата доступа: 10.10.2024.

4. Расходомеры малых расходов для схем промышленной автоматики / В.М. Левин. – Издательство: Рипол Классик, 2010. – 81 с.

5. Расходомеры воды (водомеры) в промышленности [Электронный ресурс] / Расходомеры воды (водомеры). – Режим доступа: <https://izmerkon.ru/podderzhka/publikaczii/rasxodomeryi-vodyi.html> /. – Дата доступа: 10.10.2024.