

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИХРЕВОЙ ТРУБКИ РАНКА-ХИЛША В ПРОГРАММЕ AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2017

А.В. Филимоненко, Л.А. Скачкова
Научный руководитель: А.И. Фех
Томский политехнический университет
E-mail: avf35@tpu.ru

Введение

В настоящий момент вихревой эффект применяется во многих областях человеческой жизни. Например, газовая отрасль, отопительная отрасль. Созданы множества теплогенераторов, микрокондиционеров на основе данного эффекта.

Для учёных, область изучения которых касается вихревого эффекта, дата 1931 года имеет большое значение. Именно в этом году французский инженер и изобретатель Жорж Рану, который после Второй мировой войны работал в области авиации, открыл вихревой эффект, измеряя температуру в промышленном циклоне. В тот период истории открытие не получило должного отклика французского академического общества, соответственно, исследования в данной области не были продолжены.

Лишь в 1946 году немецкий физик Р. Хильш совершает сдвиг в данной области исследований. Он публикует статью с подробными экспериментами в этой области, а также предлагает свою конструкцию вихревой трубы.

Его работы получили известность по всему миру, и ученые из других стран также начали работу по исследованию эффекта. К настоящему времени опубликованы тысячи работ по применению эффекта в самых разных областях человеческой деятельности, от охлаждения кабин поездов до создания холодильных установок в развивающихся сообществах африканского континента.

Вихревой эффект – это сложный термодинамический процесс, который, путем разделения сжатого воздуха на два разнотемпературных потока, позволяет получить с двух концов вихревой трубы горячий и холодный потоки воздуха. Сегодня существует много задач, которые связаны с нагревом и охлаждением газа. Например, сушка газа от паров воды или других легко конденсируемых жидкостей, нагрев газа перед редуцированием для предотвращения гидратообразования. Технические решения для этих задач конечно есть, но все они связаны с потреблением электрической энергии и ценных ресурсов (азот, адсорбенты, природный газ и т.д.).

Вихревой эффект позволяет решить такие задачи только за счет избыточного давления газа. Вихревые установки отличаются от известных решений тем, что они не содержат движущихся деталей, не нуждаются в электроэнергии и не требуют применения химических веществ. Температуры холодного и горячего потоков могут

соответственно достигать -60°C , $+200^{\circ}\text{C}$ при давлении до 6МПа.

Задачами работы являются изучение максимального количества литературы по данной тематике, чтобы узнать все подводные камни, которые могут встретиться при создании и моделировании вихревой трубы, а также определиться с конечным количеством деталей, которыми будет оснащена будущая цифровая модель вихревой трубы. Также стоит продумать все области соединения деталей при моделировании трубы.

Цель данной работы заключается в получении цифровой модели вихревой трубы для дальнейшего создания рабочей модели, которая будет демонстрировать данный термодинамический эффект, а также будет использована для исследований в области вихревого эффекта.

Описание создания цифровой модели вихревой трубы

Вихревая труба представляет из себя сложный прибор, который состоит из семи деталей. Шесть деталей являются необходимыми. Ниже представлен рисунок одного из исполнений вихревой трубы (Рис.1).

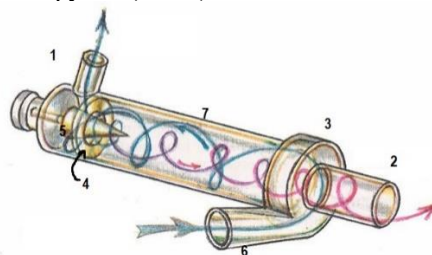


Рис.1. Устройство вихревой трубы

1. Холодный выход воздуха
2. Горячий выход воздуха
3. Завихритель входного потока
4. Малое кольцо
5. Конус
6. Вход сжатого воздуха
7. Основная трубка

Для того чтобы создать цифровую модель вихревой трубы потребуется смоделировать основную трубку, малую трубку – вход сжатого воздуха, завихритель входного потока, два малых кольца, служащих для разделения разнотемпературных потоков воздуха, конус, регулирующий внутреннее давление вихревой

трубки, держатель, который позволит зафиксировать конус в состоянии, при котором не будет контакта с основной трубкой.

Начинается моделирование с малых колец. Процесс создания данного кольца был упущен по причине отсутствия особой важности детали.

Далее были созданы трубка – вход сжатого воздуха, основная трубка (Рис. 2), конус – регулятор внутреннего давления вихревой трубки, держатель для конуса, завихритель входного потока (Рис. 3).



Рис. 2. Основная трубка

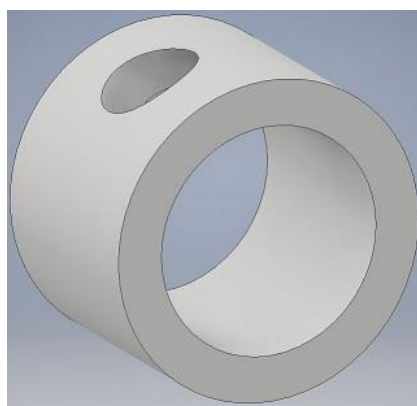


Рис. 3. Завихритель входного потока

После создания каждой отдельной детали, была собрана общая конструкция, которая включала в себя все семь ключевых элементов трубки.

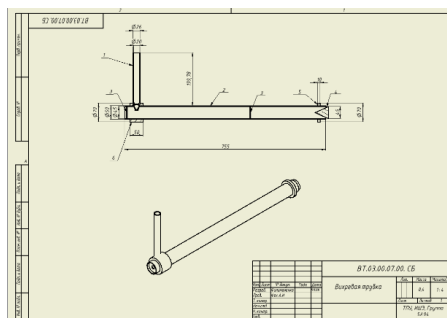


Рис. 4. Сборочный чертеж модели вихревой трубки

Заключение

Созданная по данной модели трубка включает в себя детали из пластика, металлические держатели, программируемые датчики температуры. Цифровая модель выполнена без ошибок, были учтены взятые пропорции реальных вихревых трубок. Соблюдены размеры. Успешность моделирования подтвердилась созданием реальной модели вихревой трубки. Также вихревая трубка прошла

испытания и показала свою работоспособность. Получена цифровая модель, которая являлась ключевым элементом в создании реальной вихревой трубки. Вихревая трубка демонстрирует нужный эффект и используется для исследований.

Список используемой литературы

1. Уокер, Дж. Физический фейерверк / Дж. Уокер. - Москва: Мир, 1989. - 299с. - Текст: непосредственный. Книга одного автора
2. Гольдштик М.А., Штерн В.Н., Яворский Н.И., Вязкие течения с парадоксальными свойствами, Новосибирск: Наука, 1989. – 336 с.
3. Пиралишвили Ш.А. Вихревой эффект. Эксперимент, теория, технические решения/ Ш.А. Пиралишвили, В.М. Поляев, М.Н. Сергеев / Под. ред. А.И. Леонтьева. – М.: УНПЦ «Энергомаш», 2000. – 412 с.
4. Коркодинов Я.А., Применение эффекта Ранка-Хильша // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – № 4. – С. 42–54.
5. Ханнанов Р.Б. Вихревая труба как вакуумный насос // Вестник Казанского технологического университета – 2010. – № 11. – С. 494–496
6. Gronner J. Successful experience with vortex tube technology at the epe cavity storage of RWE Energy // 23rd World Gas Conference. – Amsterdam, 2006. – 11 p.
7. Халатов А.А., Теория и практика закрученных потоков, Киев, Наукова думка, 1989. – 192 с.
8. Кузнецов В.И. Теория и расчет эффекта Ранка. Омск: Омский гос. тех. универ., 1995. – 217 с.
9. Меркулов А. П. Вихревой эффект и его применение в технике/ А. П. Меркулов. - Москва: Машиностроение, 1966. - 185с. - Текст: непосредственный. Книга одного автора
10. Balmer R.T. Pressure-driven Ranque-Hilsch temperature separation in liquids. J Fluids Eng., 1988, – 161-164.
11. Курнайкин В.В. Форкамерный роторный двигатель внутреннего сгорания // Патент России № 2387851. 2010. Бюл. № 33.
12. Гупта А., Лилли Д., Сайред, Закрученные потоки. М.: Мир, 1987. – 590 с.
13. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М.: Наука, 1984. – 716 с.