

УДК 621.165.73

**ПРИНЦИП РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИИ ТУРБИНЫ ТЕСЛЫ
PRINCIPLE OF OPERATION AND DESIGN OF TESLA TURBINE**

Д.И. Барановская

Научный руководитель – Ю.П. Ярмольчик, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

D. Baranovskaya

Supervisor – Yu. Yarmolchick, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: В статье рассматривается принцип работы и конструкция гидротурбины Теслы.

Abstract: The article discusses the operating principle and design of the Tesla hydraulic turbine.

Ключевые слова: турбина, пограничный слой, крутящий момент, пластины, вязкость жидкости, энергоэффективность.

Keywords: turbine, boundary layer, torque, plates, fluid viscosity, energy efficiency.

Введение

Турбина Теслы представляет собой уникальное устройство, которое использует принцип динамического потока жидкости для преобразования энергии. В отличие от традиционных турбин, основанных на лопатках и механических частях, в этой турбине используются гладкие диски, между которыми происходит движение рабочей жидкости. Это позволяет значительно снизить трение, отказаться от часто меняемых в результате износа лопаток и повысить эффективность работы устройства.

Основная часть

Турбина Теслы работает по принципу пограничного слоя, отклоняясь от традиционного взаимодействия жидкости с поверхностями лопаток. Эта нестандартная конструкция приводит к высокоскоростному двигателю с низким крутящим моментом, что может ограничить его применение по сравнению с обычными устройствами. Тем не менее, Тесла предвидел его потенциальное использование в транспортных средствах и других весьма практичных приложениях, выходящих за рамки обычных границ того, что мы обычно связываем с такими устройствами [1]. Рабочая жидкость в турбине Теслы вращает диск посредством адгезии пограничного слоя и вязкого трения. Адгезия - обратимая термодинамическая работа сил, направленных на разделение двух контактирующих между собой гетерогенных тел. Описывается уравнением Дюпре [2]:

$$W_a = \sigma_{13} + \sigma_{12} - \sigma_{23}, \quad (1)$$

где W_a – обратимая работа адгезии на границе раздела фаз;
 σ_{13} – поверхностная энергия на границе твёрдая поверхность-газ (ТГ);
 σ_{12} – поверхностная энергия на границе жидкость-газ (ЖГ);

σ_{23} – поверхностная энергия на границе твёрдая поверхность-жидкость (ТЖ).

Прочность адгезионных контактов зависит от слабых взаимодействий на границе поверхностей, а также от формы контакта. Контакты начинают разрываться от края, далее разрыв идёт к центру контакта пока не достигнет критической конфигурации, в результате действия которой происходит полный разрыв контакта.

Важной характеристикой движущейся среды является ее вязкость. Чтобы проиллюстрировать влияние вязкости, порождающей силу сопротивления, рассмотрим две большие параллельные друг другу пластины А и В (рис. 1), неподвижные относительно друг друга. Распределение скоростей рабочего тела между пластинами также показано соответствующими стрелками. Естественно, поток начнет увлекать за собой обе пластины. Распределение градиента скоростей в потоке будет следующим: у поверхности обеих пластин скорость потока будет минимальна, а посередине – максимальна.[3]

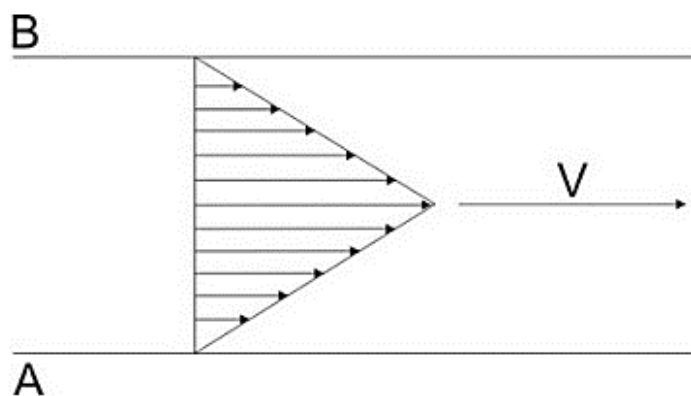


Рисунок 1 – Распределение градиента скоростей течения при неподвижных пластинах А и В

Чем меньше расстояние между пластинами и больше их площадь, тем больше сила вязкого трения, тем меньше «проскальзывания» газа между плоскостями, и тем сильнее поток увлекает за собой плоскости. Рабочее тело (газ или жидкость) подается под давлением через сопло. Получив ускорение в сопле, поток движется спиралеобразно между дисками, увлекая за собой ротор, и выходит через окна в центральной части дисков. Одно из преимуществ данной конструкции – ламинарность потока. Нет завихрений и турбулентных образований, которые снижают эффективность. [3].

Конструкция включает в себя две впускные трубы, одна из которых подключается к воздушному шлангу. Любой из этих двух входов может служить источником входного сигнала. Внутри корпуса роторные диски надежно закреплены и соединены болтами, все они соединены с внешним корпусом через общий вал. Например, при использовании в качестве насоса, вал соединяется с двигателем. Между дисками существует узкий воздушный зазор, через который проходит воздух, вызывая вращение дисков (рис. 2). Этот воздушный зазор может вызывать движение молекул воздуха по поверхностям дисков. Входной воздух может выходить в атмосферу через 4-5 отверстий, расположенных в передней и задней крышках. Стратегическое расположение этих отверстий создает вихри, заставляя воздух быстро расширяться. Этот ускоренный поток

воздуха оказывает существенное тяговое усилие на диски, заставляя их вращаться с исключительно высокой скоростью. Размеры зазоров дисков играют решающую роль в конструкции и эффективности турбины. Оптимальный размер зазора определяется окружной скоростью дисков, что имеет решающее значение для поддержания эффективности зазорного слоя.[1]

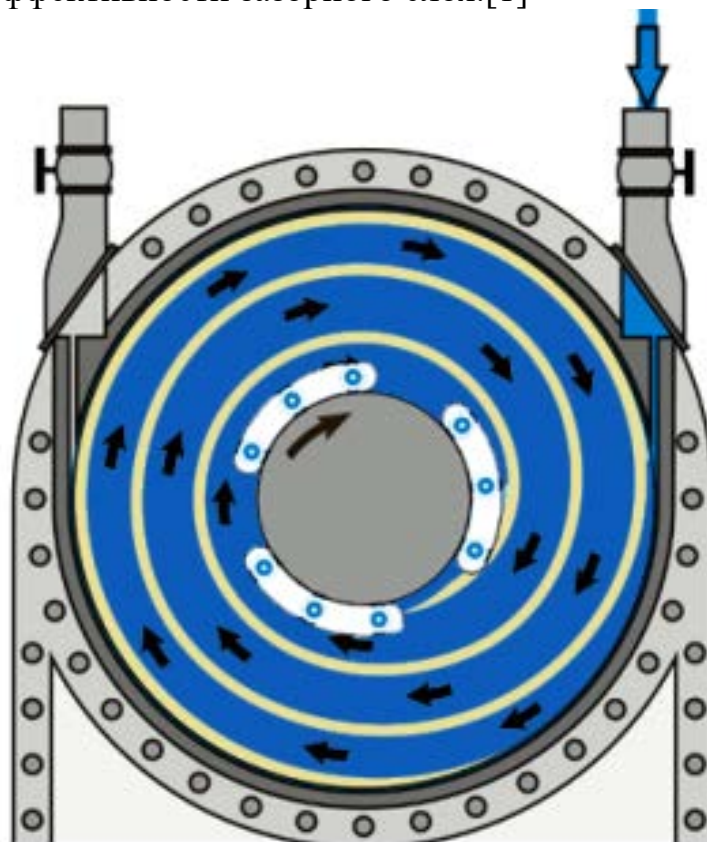


Рисунок 2 – Траектория движения рабочего тела

Сама турбина выглядит следующим образом:



Рисунок 3 – Турбина Теслы

В настоящее время турбины Тесла не имеют распространения в промышленных масштабах, но существуют люди, планирующие дать толчок развитию турбомашин Тесла, которые проектируют и эксплуатируют агрегаты. Нет сомнений, что многие результаты проведённых исследований не опубликовываются. Достоверные экспериментальные результаты трудно найти потому, что самих экспериментальных данных имеется крайне ограниченное количество. Предполагается, что это связано с тем, что наибольший интерес к разработке турбины Тесла связан с желанием коммерциализировать турбину, тем самым искажая экспериментальную информацию.[4]

Заключение

Потенциал турбины Тесла в области возобновляемых источников энергии и энергоэффективных технологий достаточно велик. Современные исследования и разработки могут открыть новые горизонты для применения этого устройства в энергетике и не только. Она является не только свидетельством гениальности Никола Теслы, но и представляет собой перспективное направление для будущих исследований и инноваций в области энергетики.

Литература

1. Tesla Turbine- Know Definition, Diagram, Parts, Working, Efficiency, Calculations, and Uses [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://testbook.com/mechanical-engineering/tesla-turbine-definition-construction-and-types> – Дата доступа: 05.11.2024
2. Доломатов М.Ю. Адгезия и фазовые переходы в сложных высокомолекулярных системах. – Уфа, 2001. – 42 с.
3. Разработка и изготовление физической модели турбины Тесла [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/55319/1/tmuenin_2017_050.pdf – Дата доступа: 05.11.2024
4. Оценка эффективности турбины Тесла [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/55320/1/tmuenin_2017_051.pdf – Дата доступа: 05.11.2024