УДК: 53.043, 533

PACS: 47.10.ab

DOI:

Full name: Vadym Alexievich Ostanin

Self employed

**Effects of repulsion and attraction between spinning discs in fluids**

**V.A. Ostanin**

03039, 16 Demiivska Str, Kyiv, Ukraine

**Abstract**

**Purpose.** The effects ofcontrollable attraction and repulsion of spinning circular object in a fluid is proposed. This study provides an overview of the push/pull effects caused by pair of spinning discs. The purpose of this study is to explain principles that cause push/pull effects pair of spinning circular objects in the fluid medium and investigate dependencies of force on relative spin directions and rotation speed. This study was inspired by magnetic effects caused by "spin" property of electrons and push/pull effects between two current-carrying wires.

**Methods.** The practical experiment uses a pair of plastic tubes that driven by motors and spin close to each other in air at an atmospheric pressure.

**Results.** A spinning disc adjacent to another spinning disc forms space of high or low pressure of air between them depending on spin direction. Spinning discs with opposite spin directions speed up air flow in gap that reduce air pressure between spinning objects and attracts them. Vise-versa, spinning discs with same directions damp air flow in gap that increase air pressure between spinning objects that repel them. Dependency between directions of spinning objects and observed ​effects had been verified by numerical simulation.

**Conclusions.** Observed repulsion and attractioneffects can be exploited to manipulate objects in cases where magnetic or other touchless interactions aren’t possible. Also, it can be used as analogy to magnetic repulsion and attractioneffects between two current-carrying wires.

**Introduction.**

Цель этой статья - описать и объяснить эффект контролируемого притяжение и отталкивания в несжимаемой флюидной вязкой среде газа или жидкости с числом Рейнольдса от до между двумя вращающимися дисками. Этот эффект пригодиться для инженерной задачи бесконтактного взаимодействия между объектами, но когда электрические или магнитные поля могут негативно повлиять на устройство. Описываемый эффект был обнаружен под вдохновением от изучения магнитных эффектов вызванных “спин” свойством электрона в проводниках с током. Но, как будет показано в статье, похожие эффекты наблюдаются и в флюидных средах. Закон Бернулли используется для объяснения притяжения и отталкивания в зависимости от направления вращения пары дисков. Объектом исследования являются два пластиковых цилиндра длиной 10 см и диаметром 5 см, приводимые во вращение двигателями. Предметом исследования являются эффекты притяжения и отталкивания, возникаемые между вращающимися дисками вследствие повышения или понижения давления между цилиндрами. Практический эксперимент проводился в воздушной стационарной вязкой среде при атмосферном давлении. Численные симуляции проводились для воздуха и воды при различный скоростях вращения.

1.1 Описание характеристик экперимента

Оборудование для експеримента состоит из двух гладких пластиковых цилиндров диаметром 50 мм и длиной 100 мм. Они приводятся во вращение двумя независимыми моторами, запитывающимися от источника постоянного тока. Один из цилиндров подвешен на тонкой проволоке к каркасу, а второй находится в свободном положении для манипулирования им рукой. Проволока использовалась вместо нитки, чтобы уменьшить раскручивание из-за свойств нити к раскручиванию при натяжении. Вокруг установки воздух стационарен. Важной характеристикой является также число Рейнольдса для вращающегося цилиндра, которое вычисляется по формуле:

[1]

Характеристики эксперимента:

- радиус цилиндра

– скорость вращения цилиндра

– плотность воздуха при 25 ̊

*–* кинетическаявязкость воздуха при 25 ̊

При включении обоих моторов, цилиндры раскручиваются до стабильной скорости приблизительно 10 тыс оборотов в минуту. Скорость вращения измерялась цифровым тахометром с точностью 0.05%.



Figure 2. Boundary layer flow over a rotating disc [2].

Figure 1. Rotating cylinder geometry

Придав цилиндру вращение, пограничный слой будет образовываться на вращающемся теле вращения из-за условия прилипания к поверхности тела с эффектом «условия отсутствия проскальзывания», что означает, что на границе твердого объекта вязкая жидкость течет с нулевой скоростью относительно этой границы. Когда цилиндр вращается, воздух рядом с шариком просто вращается вместе с ним с той же скоростью. Цилиндр буквально тащит за собой воздух. Это создает очень тонкий «пограничный слой» вокруг цилиндра, как показано на рис. 1. А в следующий слоях вращение в вязкой среде создаёт безвихревую циркуляцию потока на больших расстояниях по окружности вокруг цилиндра.

Figure 3. Circulation around cylinder

1.2 Эффект притяжения

Оба цилиндра настраиваются на вращение в противоположных направлениях, например один цилиндр настраивается на вращение против часовой стрелки, а другой по часовой стрелке. По мере увеличения скорости их пограничные слои ускоряют вязкий поток воздуха вокруг них, формируя отдельные безвихревые циркуляции потоков воздуха в виде концентрических окружностей, для каждого цилиндра они свои. При резком старте вращения цилиндров вначале могут наблюдаться вихревые потоки, но через несколько секунд циркуляция становилась без вихревой. Циркуляция воздуха, обусловленная силами вязкого трения, возникает вокруг вращающегося цилиндра. При вращении цилиндр увлекает прилегающие слои воздуха, вызывая его циркуляцию. Вязкое трение значительно влияет на поведение среды. Безвихревые циркуляции вязкой среды охватывают всё пространство вне цилиндров. Чем больше вязкое трение, тем более стабильны циркуляции, и тем дальше циркуляции распространяются. Отдаляясь от цилиндров, скорость циркуляции уменьшается, сохраняя давление близким к стационарному, являющимся более высоким относительно всего окружения эксперимента. Между цилиндрами потоки сходятся, сохраняя высокую скорость циркуляции, и понижая давление между ними. Скорость циркуляции каждого цилиндра между цилиндрами не уменьшается с ростом расстояния, а она поддерживает скорость за счёт соседнего циркуляции соседнего цилиндра. Разность давлений *Patm* снаружи цилиндров и *P*gap внутри цилиндров создаёт силу, действующую на каждый цилиндр в отдельности, направленную снаружи каждого цилиндра во внутрь пространства между цилиндрами. Эта сила из-за разности давлений может быть выражена с помощью формулы Жуковского вычисления для подъёмной силы:

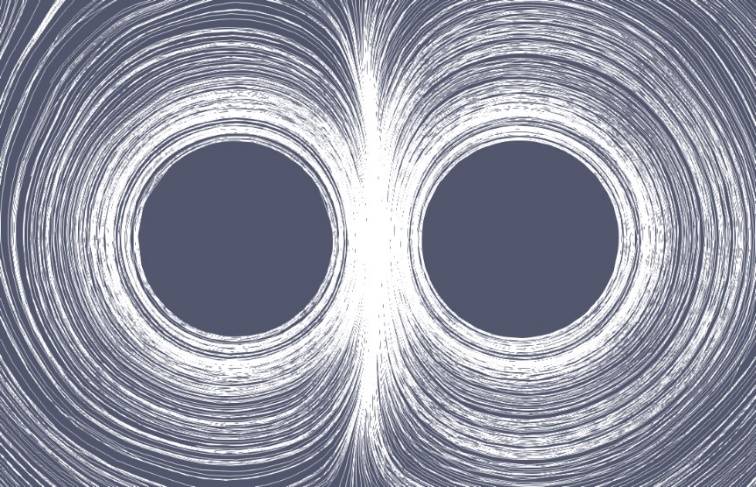


Figure 4 Air flow circulation stream tracer view of simulation Figure 5. Air flow velocity distribution view of simulation

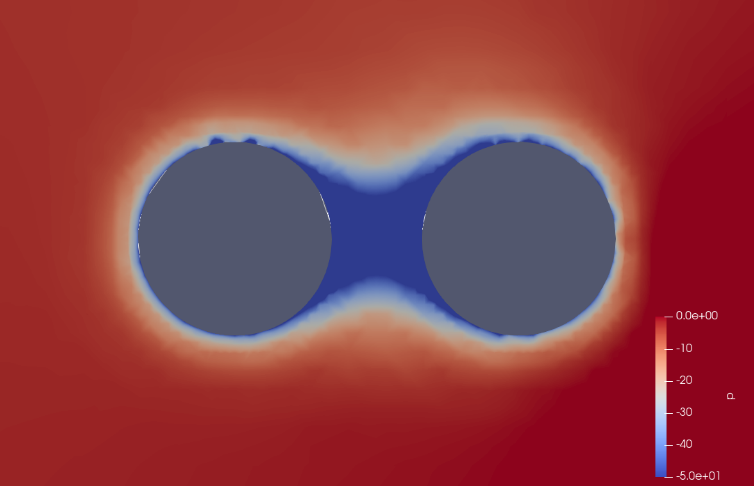


Figure 2. Air pressure distribution view of simulation

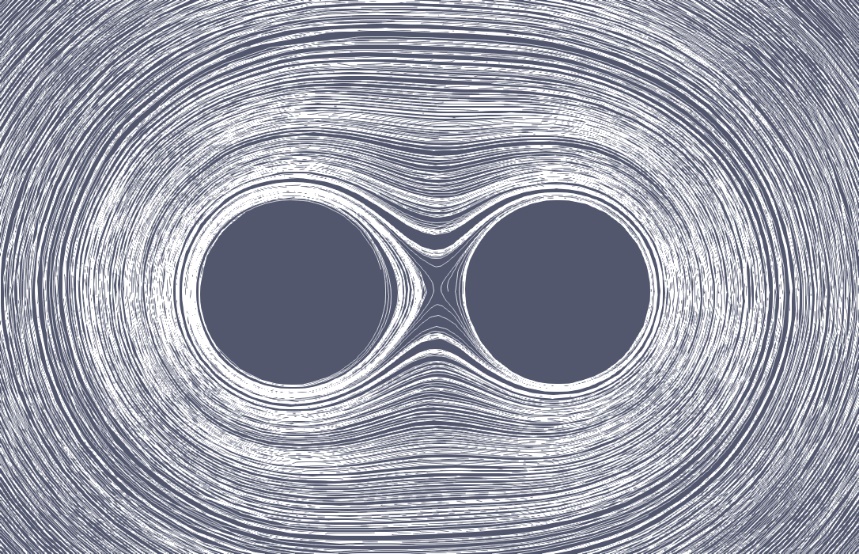
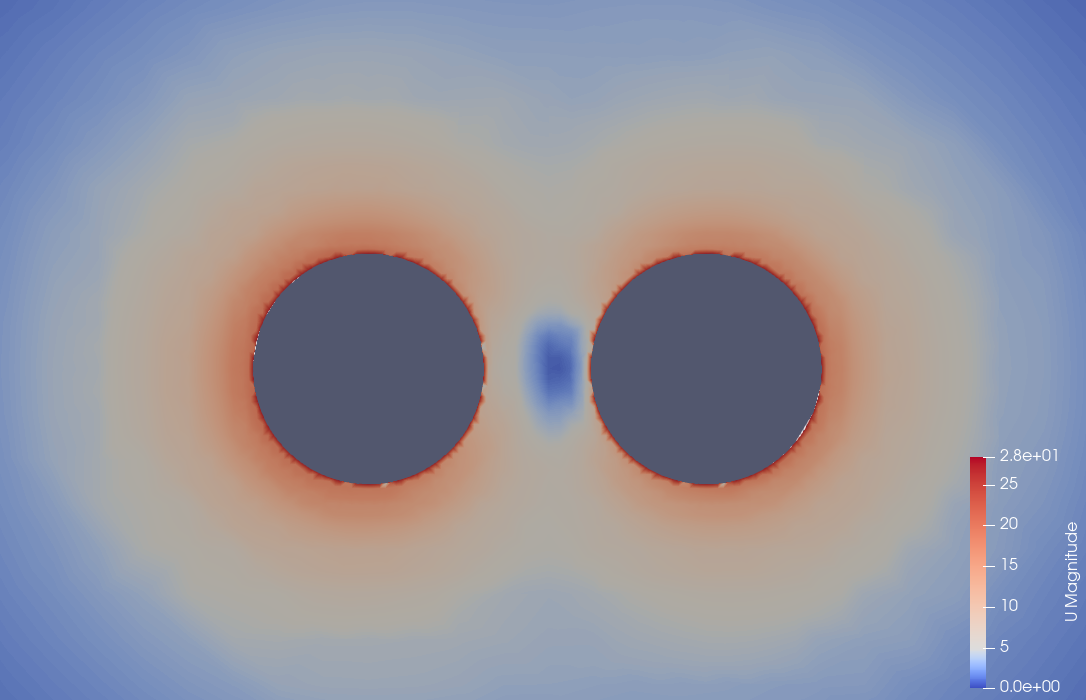
***P1+ρgh1+ρ/2 = P2+ρgh2+ρ/2+hТр***

dF p p Ldl н в = ( − ) 2 2 2 2 в н pн pв ρ υ ρ υ − = − F d F ρvL (υ υ )d l ρvLΓ b = = в − н = ⊥ ∫ ∫ 0 - Формула Жуковского

1.2 Эффект отталкивания

Оба цилиндра настраиваются на вращение в одинаковых направлениях, например один цилиндр настраивается на вращение против часовой стрелки, а другой по часовой. По мере увеличения скорости их пограничные слои ускоряют поток воздуха вокруг каждого из них формируя отдельные потоки воздуха в виде концентрических окружностей. Между цилиндрами потоки сходятся ускоряясь, и понижая давление между ними.

По мере увеличения скорости их пограничные слои ускоряют поток воздуха вокруг них и их потоки объединяются, формируя единый поток





Pressure differential

Список литературы

1. Бутиков Е.И. Физика Кн.1 страницы 348 349
2. Peter R.N. Childs. Rotating Flow, DOI: 10.1016/B978-0-12-382098-3.00006-8, Chapter 6
3. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Том 2. Электромагнетизм и материя