

КОНВЕКЦИЯ В ЖИДКОСТИ

Чижиков М.Е., Ворожцов А.В., руководитель Харанжевский Е.В.

МОУ гимназии №56, Ижевск, Россия, E-mail: vorozhcovandrei@mail.ru

Целью работы является изучение конвективное движение жидкости внутри замкнутой узкой трубке круговой формы. В ходе исследования мы провели наблюдения перемещения слоев в жидкости в условиях неравномерного нагрева при различных скоростях нагрева, измерили температуру слоев жидкости в различных точках трубки, провели теоретическое обоснование наблюдаемых процессов и явлений, обосновали механизмы перехода от ламинарного движения жидкости к турбулентному.

Актуальность данной работы заключается в том, что в простой системе возникает турбулентное движение, которое можно регистрировать и изучать. Изучение турбулентного движения, динамики вихрей является актуальной задачей в области метеорологии, аэродинамики машин, самолетов и другого.

Конвекция - (от лат. convectio - принесение, доставка)- явление переноса теплоты в жидкостях, газах или сыпучих веществах потоками самого вещества (неважно, вынужденно или самопроизвольно).

Существует так называемая естественная конвекция, которая возникает в веществе самопроизвольно при его неравномерном нагревании в поле тяготения. При такой конвекции, нижние слои вещества нагреваются, становятся легче и всплывают вверх, а верхние слои, наоборот, остывают, становятся тяжелее и погружаются вниз, после чего процесс повторяется снова и снова. При некоторых условиях процесс перемешивания самоорганизуется в структуру отдельных вихрей и получается более или менее правильная решетка из конвекционных ячеек.

Различают ламинарную и турбулентную конвекцию.

Конвекцию можно наблюдать в небольшой кастрюльке с водой, если наполнить жидкость небольшими легко заметными частицами. Эти частицы легко увлекаемы жидкостью. В нашей работе мы заинтересовались вопросом: Каково будет конвекционное движение жидкости, если она будет заключена в сосуд, представляющий собой замкнутую кольцеобразную трубку.

В качестве частиц - аттракторов движения мы использовали накрошенный мельчайшими частицами мел.

Кольцевую трубку располагали в вертикальной плоскости, а подогрев осуществляли снизу. Первоначально конвекция принципиально ничем не отличалась от конвекции в кастрюле: нижние более нагретые слои поднимались вверх, как в правой так и в левой частях трубки, а верхние слои, охлаждаясь, опускались вниз. При дальнейшем нагреве ситуация в корне изменяется. Возникает упорядоченное ламинарное движение жидкости в трубке по или против часовой стрелки. Возникновение такого движения можно объяснить только с привлечением принципа наименьшего действия. Так наиболее эффективно осуществляется теплоотвод. Если увеличить скорость подогрева жидкости, то обнаруживается интересное явление: обнаруживается турбулентное движение жидкости. Возникают вихри в горизонтальной плоскости, то есть перпендикулярны плоскости предшествующего упорядоченного движения жидкости. Такое явление можно характеризовать, как явление спонтанного нарушения симметрии. После непродолжительного хаотичного движения, возникает вновь упорядоченное движение, причем направленное движение может случайным образом измениться на противоположное.

В нашей работе мы пронаблюдали переход от ламинарного течения к турбулентному по сценарию Рюэля и Такенса. В работе Д. Рюэля (Франция) и Ф. Такенса (Нидерланды) (1971) возникновение турбулентности связывалось с появлением странного аттрактора, который возникал после небольшого числа (трех) бифуркаций. Напомним, что странным аттрактором называется объект в фазовом пространстве, к которому стремятся все или почти все траектории и на котором они неустойчивы. Разумеется, появилась идея связать непрерывный переход к турбулентности с возможностью реализации в течение бесконечного каскада бифуркаций удвоения периода. По сценарию происходит бифуркация устойчивого предельного цикла на плоскости. Он переходит в трехмерный. При этой бифуркации могут образовываться, как незамкнутые, так и замкнутые траектории с двумя независимыми частотами. Незамкнутые траектории заполняют тор. Этот тор также может стать неустойчивым, и возникают три независимых частоты. Трехчастотное движение является структурно неустойчивым и возникает странный аттрактор.

Предмет своего исследования нужно изучать более пристально, рассматривать его в различных условиях, и только тогда удастся обнаружить что – то новое, не замеченное кем – то ранее. Ведь, казалось бы, что можно было интересного увидеть в таком простом приборе? Оказывается, необычайные явления скрывает в себе эта трубка, нужно только приглядеться.

Литература

1. Журнал «Знание - сила» № 5 1991г., С.Смирнов. Незнакомец по имени действие.
2. Соросовский образовательный журнал №6 1997г., В.С.Анищенко. Детерминированный хаос.
3. Журнал «Наука и жизнь», №3, 1988., Г.Ф.Мучник. Порядок и хаос.
4. В.А.Володин. Энциклопедия для детей. Физика ч.2, том 16, изд. «Аванта», 2001г. «Блошиная» модель турбулентности.

А.Филипов.

5. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. 6-е издание, 2006г.
6. Энциклопедия «Википедия».