

Научно-исследовательская деятельность учащихся



Бондаров Михаил Николаевич
Учитель физики лицея №1501 и ГОУ ЦО
«Технологии обучения» г. Москвы.



Савичев Владимир Игоревич
Учащийся 9 класса лицея №1501 г. Москвы.

Искусственный водоворот и его возможное применение

В статье рассмотрена проблема ликвидации последствий разливов нефти в воде. Высказано предположение о возможности применения некоторых свойств водоворота (вихря в воде) для очистки воды после экологических катастроф.

Описан лабораторный эксперимент по созданию модели вихря в стакане с водой – водоворота. В основу эксперимента положены ранее известные опыты по получению «смерча» в стакане с нижним положением активатора. Для изучения свойств водоворота проведены опыты с пластиковыми шариками и растительным маслом.

Автор работы под руководством учителя физики многопрофильного технического лицея №1501 Михаила Николаевича Бондарова стал дипломантом Фестиваля детского и юношеского творчества «Юные таланты Московии», а также занял первое место на конкурсе научных проектов учащихся 9–11 классов «Учёные будущего» в категории «Физика»¹.

Способы ликвидации разливов нефти на водной поверхности

Одной из глобальных проблем современности является проблема охраны природы, особенно охраны водных ресурсов Земли от антропогенного загрязнения. Наибольший вред водоёмам наносят разливы нефти.

В связи с ростом в последние десятилетия добычи нефти во всём мире количество аварийных её разливов сильно увеличилось. Аварии происходят как на нефтедобывающих платформах на шельфе, так и при транспортировке нефтепродук-

¹ Конкурс «Учёные будущего» проводился корпорацией Intel и Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова в рамках инициатив Intel в сфере корпоративной социальной ответственности, V Фестиваля науки МГУ, в поддержку Года учителя в России и Года науки и инноваций в Содружестве Независимых Государств в 2010 году.

тов. Нефть, как правило, попадает в водоёмы, нанося ущерб природе и экономике. Основными средствами локализации разливов нефти в акваториях являются бонные (плавучие) заграждения. Они предотвращают растекание нефти по водной поверхности. Далее обычно используют термический (выжигание нефтяного пятна) или механический методы ликвидации разлива нефти. Термический метод небезопасен, кроме того, из-за неполного сгорания нефти в воде остаются стойкие канцерогенные вещества. Поэтому главным методом является механический сбор нефти. Но после такого сбора на поверхности воды остаётся нефтяная плёнка. Остаточную плёнку ликвидируют физико-химическим методом с помощью диспергентов и сорбентов или биологическим методом с использованием углеводородоокисляющих микроорганизмов

или биохимических препаратов. Это дорогостоящие или трудоёмкие методы. Кроме того, диспергенты токсичны и могут нанести вред окружающей среде. Следовательно, самыми безвредными и простыми для применения могут быть механические способы ликвидации остаточных нефтяных плёнок.

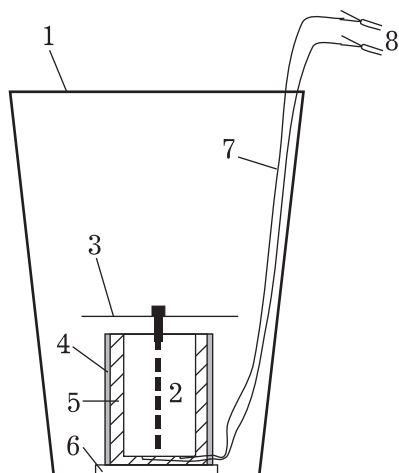
Один из таких способов основан на свойствах вихря разделять различные по плотности вещества. Эти свойства применяются, например, в установках «Гидроциклон», предназначенных для утилизации пластиковых изделий. Измельчённый до приблизительно одинакового размера пластик с плотностью меньшей, чем плотность воды, собирается в центре установки и отсасывается при помощи трубки.

В лабораторных условиях можно создать модель вихря в стакане с водой – водоворот.

Создание модели вихря

Для получения модели вихря была воссоздана установка с нижним положением активатора, описанная В. Майером [8]. Для созда-

ния установки взят пластиковый стакан высотой 17 см и диаметром в основании 8 см (рис. 1). На дно стакана был прикреплён актива-



- 1 – стакан
- 2 – микроэлектродвигатель
- 3 – жестяной диск
- 4 – пластиковый тубус
- 5 – силикон
- 6 – холодная сварка
- 7 – провода
- 8 – клеммы

Рис. 1. Схема установки

тор. Активатор представляет собой микроэлектродвигатель (из детской игрушки), к валу которого с помощью холодной сварки (Рохиrol) был прикреплен жестяной диск диаметром 55 мм и толщиной 0,3–0,5 мм (вырезанный из консервной банки). К контактам двигателя были припаяны два провода длиной 40 см. Питание двигателя осуществлялось от ба-

тарейки «Крона» 9 В. Для герметизации двигателя взят пластиковый тубус от лекарства диаметром, соответствующим диаметру мотора, который был залит силиконовым герметиком. Активатор был приклеен к центру дна стакана с помощью той же холодной сварки.

На этой установке была получена модель водоворота (рис. 2).

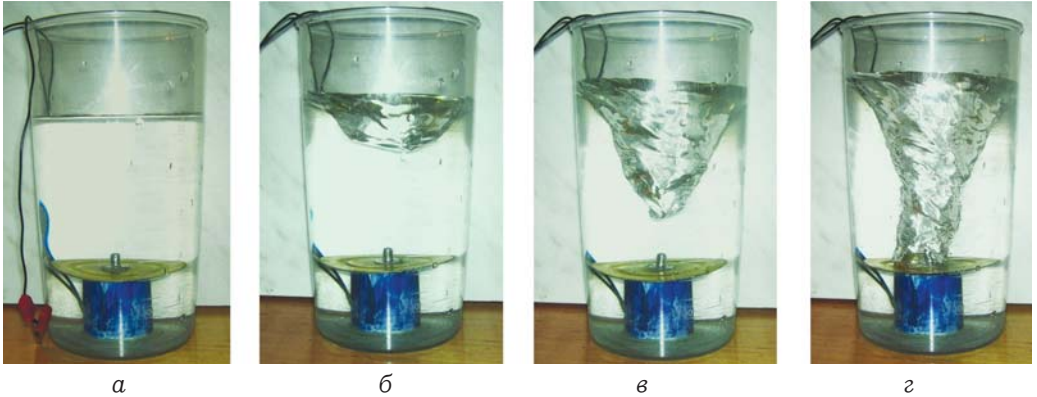


Рис. 2. а – стакан с пресной водой, б – подключение двигателя и появление вихревой воронки, в – неполная вихревая воронка, г – полная вихревая воронка

Проведение экспериментов по изучению свойств водоворота

Эксперимент с пластиковыми шариками. Для изучения свойств водоворота в ходе экспериментов использовались мелкие одинаковые по размеру пластиковые шарики, которые были насыпаны на поверхность воды до запуска активатора. В процессе образования вихревой воронки шарики сконцентрировались в центральной его части (рис. 3).

При вращении жидкости кроме обычной архимедовой силы, направленной вертикально вверх, возникает дополнительная архимедова сила, направленная к центру окружности. Её происхождение можно легко понять из следующей аналогии. Обычная архимедова сила, возникающая в неподвижной жидкости, направлена против силы тяжести. Во вращающейся жид-

кости возникает искусственная сила тяжести (сила инерции), направленная



Рис. 3. Эксперимент с пластиковыми шариками

от центра вращения к стенкам сосуда. Поэтому дополнительная горизонтальная архимедова сила направлена к оси вращения. Именно она и заставляет смещаться к оси вращения шарики, плотность которых меньше плотности воды.

Предположим, что на поверхности воды вместо пластиковых шариков плавает нефтяная плёнка. Следовательно, эта плёнка должна также сконцентрироваться в центральной части вихревой воронки. Для эксперимента заменим нефть растительным маслом.

Эксперимент по концентрации масляной плёнки. Если в воду налить немного растительного масла, то оно образует на поверхности воды масляную плёнку. После включения двигателя масляная плёнка концентрируется в основании водоворота на стадии образования неполной вихревой воронки. Продолжение работы двигателя приводит к разбиванию масляного сгустка о диск активатора и образованию

масляной суспензии. Если уменьшить мощность двигателя, то вихревая воронка не будет полной и сгусток масла можно легко удалить, отсосав его сверху или сбоку, в зависимости от конструкции отсасывающего устройства (рис. 4).

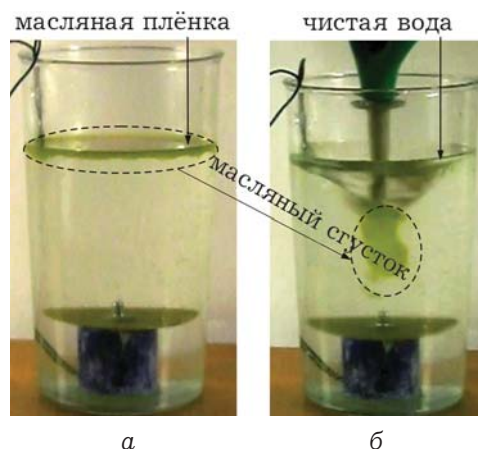


Рис. 4. а – масляная плёнка на поверхности воды, б – образование масляного сгустка в основании вихревой воронки и способ его удаления

Вывод

Искусственный водоворот имеет свойство концентрировать поверхностную масляную плёнку в основании вихревой воронки. Предполагается, что при помощи переносных вихревых активаторов можно удалять с поверхности воды небольшие нефтяные пятна

или остаточные нефтяные плёнки, концентрируя их в центре искусственного водоворота и откачивая с помощью насоса. Это предположение требует дальнейших экспериментов, в том числе и в природных условиях.

Литература

1. Аварийные разливы нефти: средства локализации и методы ликвидации. http://sio.su/down_020_5_def.aspx.
2. Бурлаки Н. Опыты с вращающейся жидкостью // Квант. – 1992. – №2. – С. 42–46.
3. Бетяев С. Смерч у вас дома // Квант. – 2003. – №4. – С. 42–43.
4. Вторичная переработка полимеров. <http://www.tehnoinfo.ru>.
5. Википедия. <http://ru.wikipedia.org>.
6. Водяной смерч. <http://dic.academic.ru>.
7. Жуковский Н.Е. Основы теории вихрей // Квант. – 1971. – №4. – С. 21–29.
8. Майер В. Модели смерча // Квант. – 1979. – № 9. – С. 17–18.