

Физические процессы в ультразвуковой форсунке

Коровянская Анастасия Денисовна

Класс 11

141092, г.Юбилейный Московской области, ул. Соколова, д.3, МОУ «Гимназия №5»

Научный руководитель: Лебедев Владимир Валентинович, учитель физики и математики МОУ «Гимназия №5», д.т.н., профессор кафедры «Прикладная механика и математика» Московского государственного строительного университета

Один из способов энергосбережения - увеличение полноты сгорания топлива, добиваться которого надо на основе новых физических явлений и процессов. Материал начинают изучать в школьном курсе физики, но, к сожалению, не уделяют много внимания его практическому применению. При изучении звуковых колебаний на уроке физики был показан опыт распыления капли воды ультразвуком. Автором этого опыта является Валерий Вильгельмович Майер из Глазовского педагогического университета [1]. Суть заключалась в показе магнитострикционного излучателя ультразвука [2]. Капля воды на конце ферритового стержня практически мгновенно распыляется вверх в виде мельчайших брызг, даже тумана [3]. Прибор простой, опыт получился сразу. Появился практический вопрос: зачем надо распылять каплю воды? Неожиданно появилось предложение распылять не воду, а топливо в двигателе внутреннего сгорания. Эта идея тоже не новая, потому что В.В.Майер проводил опыты с распылением горючих жидкостей, с поджиганием полученного облака. Опыт очень эффективный, но в нём отсутствует практическое приложение.

Целью работы является повышение качества факела распыления форсунки.

С позиции интеллектуальной собственности работа относится к категории **«Новое применение известных устройств, способов, материалов»**.

Новизна работы заключается в предложении нового класса форсунок с подводом энергии непосредственно к конструкции и в применении двойного резонанса при распылении жидкостей для более полного сгорания топлива.

Практическая значимость работы – уменьшение расхода топлива тепловыми двигателями, то есть повышение к.п.д., энергосбережение, снижение вредных выбросов.

Для достижения поставленной цели были **решены следующие задачи**.

1. Сначала были проведены опыты на школьном генераторе сигналов низкой частоты типа ГЗШ. Однако этот генератор не предназначен для получения сигналов большой мощности. По рекомендации В.В.Майера был собран транзисторный генератор и магнитострикционный излучатель ультразвука. Однако В.В.Майер работал в основном с открытым пространством [1, 2].

2. В отличие от опытов В.В.Майера, изучалось распыление жидкости в замкнутом пространстве [4]. Оказалось, что отражение ультразвуковых волн от стенок значительно усиливает эффект распыления. Этому вопросу уделено основное внимание в работе.

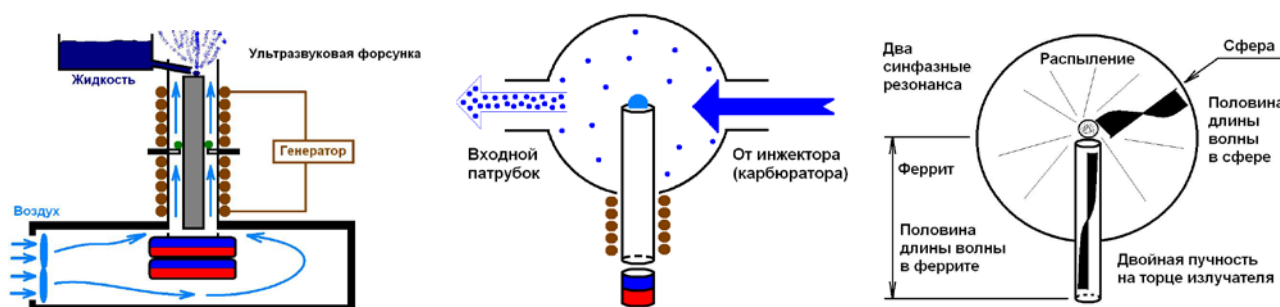
3. Создан действующий макет ультразвуковой форсунки с двойным резонансом [5].

4. Начато изучение физических процессов в ультразвуковой форсунке [6].

5. Разработана физическая и математическая модель распыления капли жидкости.

6. Начато внедрение инновационного предложения в практику [7].

Простейшим опытом более сильного распыления жидкости является помещение магнитострикционного излучателя в стеклянную сферическую колбу. Если диаметр колбы подобрать так, что излучаемый ультразвук в ней будет резонировать, то получится сразу два резонанса. **Первый резонанс** – это колебания магнитострикционного излучателя **в соленоиде**. Этот резонанс известен, изучен, демонстрируется. Но изучить этот резонанс придётся отдельно, потому что он должен полностью совпадать со вторым резонансом. **Второй резонанс** – это ультразвуковые колебания воздуха или топливной смеси **в замкнутом объёме**. Этот резонанс тоже известен. Однако совместное одновременное действие указанных двух резонансов в научной литературе не найдено. Если оба резонанса имеют одинаковую частоту, то жидкость будет распыляться не только излучателем ультразвука, но и стоячей волной в замкнутом пространстве, например, в цилиндре двигателя.



Задача исследования заключается в определении условий, при которых появляется двойной ультразвуковой резонанс, усиливающий распыление топлива для более полного его сгорания. Экономический и другой полезный эффект, несомненно, имеет место. Работа участвовала в инновационных конкурсах и вышла на этап создания опытного образца. Но **техническая реализация приостановилась** из-за незнаний физических явлений и процессов в ультразвуковой форсунке, которым сейчас уделяется основное внимание.

Одно из парадоксальных явлений – это поверхностное натяжение распыляемых капель топлива. Казалось бы, коэффициент поверхностного натяжения надо уменьшать для снижения энергозатрат на распыление. Но предложенная авторская физическая и математическая модель распыления капли показала обратное, коэффициент поверхностного натяжения надо увеличивать. Выдвинута и уже обоснована гипотеза, что рациональным является прямой угол смачивания капли на излучателе. Опыты с фотосъёмкой процесса распыления подтвердили правильность гипотезы. Изучены другие явления и процессы.

В форсунке предлагается часть излучаемой энергии ультразвуковой волны направлять обратно в рабочий объём теплового двигателя для более полного распыления топлива с целью более полного его сгорания. Показано, какие характеристики должен иметь простейшей формы сферический объём и излучатель ультразвука, чтобы наступил двойной резонанс. И в излучателе, и в рабочем объёме должно укладываться одновременно целое число полуволн ультразвука.

Разработана физическая и математическая модель распыления капли на магнитострикционном стержне, основанная на явлении кавитации жидкости вблизи сингулярности функций скорости и давления. Правильность предложенной модели обоснована фотографиями процесса распыления капли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Майер В.В., Вараксина Е.И. Звук и ультразвук в учебных исследованиях: – Изд.2-е. – Изд. Дом «Интеллект», 2012. - 336 с.
2. Майер В.В. Простые опыты с ультразвуком. (Серия «Библиотека физико-математической литературы») – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. – 161 с. – Ил.
3. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А.М.Прохоров. Ред. колл. Д.М.Алексеев и др. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – С.383-386. – Магнитострикция.
4. Коровянская А.Д. Ультразвуковая форсунка с двойным резонансом для тепловых двигателей / Сборник тезисов 2-й Всероссийской Интернет-конференции «Грани науки – 2013». – Отв. ред. А.В.Герасимов. (Электронный ресурс) – Казань: СМУиС, 2013. – ISSN 2227-8389. – С.844-845.
5. Коровянская А.Д. Видеолекция: Распыление топлива двойным резонансом ультразвука. – Казань: – Электронный ресурс: <http://grani2.kznscience.ru/videolekcii/7/> Дата обращения 16.12.2013.
6. Коровянская А.Д. Распыление топлива в двигателях двойным резонансом ультразвука / Конкурс молодёжных научно-исследовательских работ (проектов) в рамках Политехнического молодёжного фестиваля. – Санкт-Петербургский Государственный Политехнический университет, май-июнь 2013. – Серебряная медаль. - Внутриведомственная публикация в Сборнике работ лауреатов конкурса (без ISBN).
7. Коровянская А.Д. Распыление топлива в двигателях двойным резонансом ультразвука / Конкурс «Зворыкинская премия». – Оценка 6,33 балла при проходном бале во 2-й тур 9,67, место 363 при проходном 207, всего 452 работы. - Проект №24117. – Электронный ресурс: <http://konkurs.innovaterussia.ru/contest/projects> Дата обращения 16.12.2013.