

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ФОРСУНКА ДЛЯ РАСПЫЛЕНИЯ ТОПЛИВА В ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Коровянская А. Д.

МОУ «Гимназия № 5», г. Юбилейный, Московская область, Россия

Первоначально цель работы заключалась в изготовлении школьной лабораторной установки для демонстрационных опытов с ультразвуком. Но после первых удачных опытов определилось важное практическое направление установки для распыления топлива в тепловых двигателях и нагревателях различного типа. Более полное распыление топлива увеличивает полноту сгорания, повышает коэффициент полезного действия, уменьшает количество вредных выбросов. Эти факторы повышают энергоэффективность, ресурсосбережение тепловых котлов и двигателей, улучшают экологическую ситуацию при их работе.

В школьном кружке случайно была найдена книга [1]. В ней рассказано, как сделать простую установку для получения ультразвука. Надо изготовить магнитострикционный излучатель из ферритового стержня, соленоида и постоянного магнита. В кабинете физики есть школьный генератор сигналов низкой частоты ГЗШ. К нему можно подключить излучатель и проводить опыты с ультразвуком. Потом В. В. Майер рекомендует сделать генератор на транзисторах МП42 и П210. Такую установку сделали. Она работает лучше, чем генератор ГЗШ. Во время работы сразу же появилось много вопросов. Во-первых, МП42 перегревался из-за неточности в схеме, которую исправили подбором резисторов. Во-вторых, П210 – это история. В кабинете физики нашли две коробки транзисторов КТ803А, они обратной проводимости, а характеристики приблизительно те же, только рабочая частота больше. Схема с такими транзисторами приведена в другой книге В. В. Майера и Е. И. Вараксиной [2]. Однако схема была собрана раньше обращения к литературному источнику, поэтому имеет ряд отличий, но не может претендовать на приоритет. Подключили на вход нового мощного транзистора маломощный звуковой генератор ГЗ-36 и добились коллекторного тока до 4А. Мощность излучателя оказалась такой, что ферритовый стержень сразу сломался. Уменьшили мощность и стали решать следующую задачу. Всё время носить с собой даже маленький генератор ГЗ-36 нельзя, не говоря о тяжёлом генераторе ГЗШ. Нужен отдельный задающий генератор.

Почему-то в школе информатику изучают как программирование без элементной базы. Старая микросхема К155ЛА3 позволила внедрить информатику в ультразвуковой генератор. Транзистор надо долго настраивать, подбирать ток базы, иначе он не откроется. Цифровые схемы настраивать не надо, они сразу выдают информационный сигнал в виде логических нулей и единиц. Мультивибратор на микросхеме заработал с первого раза. Цифровой сигнал настолько слаб, что не получилось открыть мощный транзистор КТ803А. Был найден транзистор КТ904, который хорошо открывался цифровым сигналом микросхемы. Этот транзистор поставили в первый каскад усилителя, сигнал с него подали на второй каскад с мощным транзистором. Для облегчения замены при перегорании микросхему К155ЛА3 удобно установить в панельку DIP14. Все транзисторы надо охлаждать. С этим проблем нет, если устройство разместить в перегоревшем компьютерном блоке питания. Вентилятор в нём работает, а всё остальное надо убрать. Три реостата позволяют точно подобрать частоту резонанса. Если на входе установить диод, то схему можно питать переменным током, но ёмкости фильтрующих конденсаторов малы для сглаживания пульсаций даже двухполупериодного выпрямителя. Удобно

сделать отдельный трансформатор с выпрямителем на 12В, чтобы питание было универсальным. Диод желательно заменить диодным мостом с ёмкостным фильтром для сглаживания пульсаций. В книге [2] задающий генератор предлагается собирать на микросхеме-таймере NE555.

Следующая задача – изготовить ламповый генератор. Уже начаты работы [3] с пентодом ГУ-81М, но пока рекомендовано их отложить из-за анодного напряжения 6-7кВ. Не хочется повторять известную [1] и устаревшую схему на 6П6С. В планах применить две самые надёжные лампы ГУ-50 с анодным напряжением 800-1000В.

Целевое назначение ультразвукового генератора с магнитострикционным излучателем – это отдельная работа. Сейчас можно с уверенностью говорить, что это не только школьная демонстрационная установка, но и распылитель топлива в тепловых двигателях различного типа [4]. Распылитель позволит увеличить полноту сгорания топлива. Естественно, что распыление топлива потребует дополнительных энергетических затрат. Расчёты показали, что эти затраты намного меньше мощности тепловых машин.

Способы увеличения полноты сгорания топлива надо искать в основных физических явлениях, которые начинают изучать в школьном курсе физики, но, к сожалению, не уделяют много внимания их практическому применению.

При изучении звуковых колебаний в школьном курсе физики на уроке была проведена демонстрация опыта распыления капли воды ультразвуком. Автором этого опыта является Валерий Вильгельмович Майер из Глазовского педагогического университета [1]. Капля воды на конце ферритового стержня практически мгновенно распыляется вверх в виде мельчайших брызг, даже тумана. Сразу появился практический вопрос: зачем надо распылять каплю воды? Надо распылять не воду, а топливо в двигателе внутреннего сгорания, или в турбине, или в прямоточном двигателе и т.д. Эта идея тоже не новая, потому что В.В.Майер проводил демонстрации с распылением горючих жидкостей с последующим поджиганием полученного облака. Опыт очень эффективный, но и в нём отсутствует практическое приложение. Этот опыт преследует методическую цель – запоминание действия ультразвука, но не практическую.

Целью работы является изучение возможности практического применения ультразвука для распыления топлива в тепловых двигателях.

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

Новизна работы заключается в применении двойного резонанса при распылении жидкостей для получения нового положительного эффекта – более полного сгорания топлива с целью экономии горючего в различных тепловых двигателях.

Практическая значимость работы – уменьшение расхода топлива тепловыми двигателями, то есть энергосбережение.

Для достижения поставленной цели был собран транзисторный генератор и магнитострикционный излучатель ультразвука. Такой генератор позволил получить магнитострикционный резонанс ферритового стержня. Однако В.В.Майер работал в основном с открытым пространством. В отличие от его опытов проведено изучение распыления жидкости в замкнутом пространстве. Оказалось, что отражение ультразвуковых волн от стенок значительно усиливает эффект распыления жидкости. Этому вопросу уделено основное внимание в работе.

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. Второй резонанс – это ультразвуковые колебания воздуха или топливной смеси в замкнутом объёме.

При теоретическом исследовании явления двойного резонанса надо учитывать следующие факты. При переходе волны из одной среды в другую частота и период колебаний не изменяются, а изменяется скорость волны и длина волны. Частота колебаний в ультразвуковой волне одинакова как в феррите стержня, так и в воздухе колбы. Однако скорость звука и длина волны различна в различных средах. Величина скорости звука $v_{3B}^{ГАЗ}$ в газе определяется по формуле $v_{3B}^{ГАЗ} = \sqrt{\frac{\odot RT}{\alpha}}$, где \odot – показатель

адиабаты, $R = 8,314 \frac{Дж}{моль \cdot К}$ - универсальная газовая постоянная, $T = t^0 C + 273,15$ -

абсолютная температура (К), α - молярная масса газа (кг/моль). Эти формулы важны для расчёта явления двойного резонанса в реальных тепловых двигателях, где рабочим телом является не воздух, а топливная смесь.

Явление двойного резонанса создаёт двойную пучность на конце распылителя. Одна пучность от стоячей волны в ферритовом стержне магнитострикционного излучателя. Вторая пучность от стоячей волны во внутренней среде сферы.

Совместное одновременное действие указанных двух резонансов в научной литературе не найдено. 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. В этой работе предлагается часть 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 для увеличения интенсивности распыления топлива. И в излучателе, и в рабочем объёме должно укладываться одновременно целое число полуволн ультразвука.

Ультразвуковой распылитель топлива может устанавливаться на любые типы тепловых двигателей, которые работают на жидком топливе. Он может устанавливаться на входные патрубки двигателей внутреннего сгорания и двухтактных, и четырёхтактных. Это может быть дизель. Для двигателей внутреннего сгорания предлагается три варианта реализации ультразвукового распылителя топлива.

Выводы.

1. Доказана практически и обоснована теоретически возможность применения ультразвука для распыления топлива в тепловых котлах и в тепловых двигателях.
2. Предложено новое применение известного способа ультразвукового распыления жидкости для использования в тепловых котлах и двигателях различного типа.
3. Новизна работы заключается в применении двойного резонанса при распылении жидкостей для получения нового положительного эффекта – более полного сгорания топлива с целью экономии расхода горючего в различных тепловых котлах и двигателях.
4. Практическая значимость работы обоснована экономией энергоресурсов при более полном их сгорании в различных тепловых котлах и двигателях.

ЛИТАРАТУРА

1. Майер В. В. Простые опыты с ультразвуком. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1978.
2. Майер В. В., Вараксина Е. И. Звук и ультразвук в учебных исследованиях. – Изд.2-е. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 336 с.
3. А. Д. Коровянская. Практика накала мощного пентода ГУ-81М // Конференция «Гагаринские чтения-39». Сборник трудов. Т.3. – М.: РГТУ-МАТИ им. К. Э. Циолковского, 2013.- С.25-27.
4. Интернет-ресурс: Коровянская А. Д. Распыление топлива в двигателях двойным резонансом ультразвука / Всероссийский конкурс инновационных проектов и разработок в сфере умной энергетики // <http://gridology.ru/projects/136> (Дата обращения: 16.06.2013).