

## СПОСОБ УСКОРЕНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТОПЛИВОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ

ЩЕРБАТЮК ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ,  
ЛИСЕНКОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ,  
ЛИСЕНКОВА АЛЛА МУСТАФОВНА

## АННОТАЦИЯ

Рассмотрены проблемы загрязнения окружающей среды автомобилями с бензиновыми двигателями. Предложен способ ускорения процесса горения топливовоздушной смеси. Приведены результаты испытаний разработанной системы зажигания на серийных автомобилях. Предложена теория, объясняющая ускорение процесса горения топлива.

**Ключевые слова:** экология; атмосфера; загрязнение; бензиновый двигатель; система зажигания

## METHOD OF ACCELERATION OF THE FUEL-AIR CHARGE BURNING PROCESS

SCHERBATUK V. A.,  
LISENKOV B. N.,  
LISENKOVA A. M.

## ABSTRACT

The problems of pollution environment by cars with petrol engine were considered. The method of the fuel-air charge burning process acceleration was suggested. The testing results of development ignite system in production cars were given. Theory explaining the acceleration of fuel burning process was suggested.

**Keywords:** ecology; atmosphere; pollution; petrol engine; ignite system

Проблема загрязнения окружающей среды с каждым годом требует все большего внимания. Человечество продолжает интенсивно использовать в качестве энергоносителей наиболее доступный и дешевый источник – углеводородное топливо. Очевидно, что значительный вклад в загрязнение атмосферы вносят автомобили. Особенно это касается больших городов. Так в Пекине разрабатывались проекты создания туннельных дорог для бензинового транспорта. Помимо относительно безвредного углекислого газа двигатели внутреннего сгорания выбрасывают в атмосферу целый ряд химических соединений, наличие которых в выхлопных газах значительно ухудшает экологию окружающей среды. Современные газоанализаторы контролируют в выхлопных газах автомобилей окись углерода CO, гораздо реже углеводороды  $C_nH_m$  и еще реже окислы азота  $N_nO_m$ . Однако, в выхлопных газах содержатся также соединения состоящие из атомов других элементов, входящих в топливно-воздушную смесь, таких как азот N, углерод C, водород H, свинец Pb, кислород O, бром Br, сера S и других. Еще в 1996 году в журнале «За рулем» № 12 отмечалось, что «при выгорании присадок к топливу и маслам, содержащих фосфор, серу и тяжелые металлы, образуются нервно-паралитические и общетравляющие газы типа боевых отравляющих веществ» и об этом «широкие слои населения совершенно не информированы». В выхлопах также содержатся высшие ароматические соединения (канцерогены), способствующие онкологическим заболеваниям.

Угарный газ и окислы азота, интенсивно выделяемые при работе транспорта, – одна из основных

причин головных болей, усталости, немотивированного раздражения, низкой трудоспособности. Сернистый газ способен воздействовать на генетический аппарат, способствуя бесплодию и врожденным уродствам, а все вместе эти факторы ведут к стрессам и другим нервным проявлениям. В больших городах широко распространены заболевания органов кровообращения и дыхания, инфаркты, гипертония и новообразования. По расчетам специалистов, «вклад» автомобильного транспорта в атмосферу составляет до 90% по окиси углерода и 70% по окиси азота. Автомобиль также добавляет в почву и воздух тяжелые металлы и другие вредные вещества. Основными источниками загрязнения воздушной среды автомобилей являются отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания, картерные газы, топливные испарения.

Уменьшение содержания вредных веществ в выхлопных газах представляет несомненный интерес для улучшения экологии окружающей среды и здоровья населения.

Использование плазменной дуги для поджига бедной топливовоздушной смеси известно уже с начала 80-х годов. Первая попытка была предпринята в системе плазменного зажигания «Plasmig» [1]. Этот метод был создан в результате исследований, проводившихся в Великобритании и США. При установке на бензиновые двигатели система позволяла снизить расход топлива на 17% при одновременном снижении токсичности выхлопа. В системе перед подачей искры в камеру сгорания на свечу зажигания подавалось высокое ( $\approx 3000$  В) напряжение, предварительно ионизирующее топливовоздушную смесь.

В 90-е годы в Беларуси, была разработана и испытана система зажигания ОН-427 [2], обладающая практически такими же характеристиками, как и система «Plasmig». Однако она, в отличие от последней, не требует какого-либо вмешательства в стандартное электрооборудование автомобиля.

Результаты приемочных испытаний опытной партии блоков ОН-427, изготовленных на опытном производстве ОАО «МНИПИ», проведенных на серийных автомобилях автобазы № 5 Минска

приведены на рисунках 1 и 2.

Нетрудно заметить, что выброс в атмосферу СО и СН уменьшился приблизительно на 30%, а экономия топлива составляла в среднем 7 – 14% в зависимости от марки автомобиля.

К сожалению, данная разработка не была поддержана потенциально заинтересованными предприятиями.

О процессах, происходящих в искровом промежутке при использовании блока ОН-427,

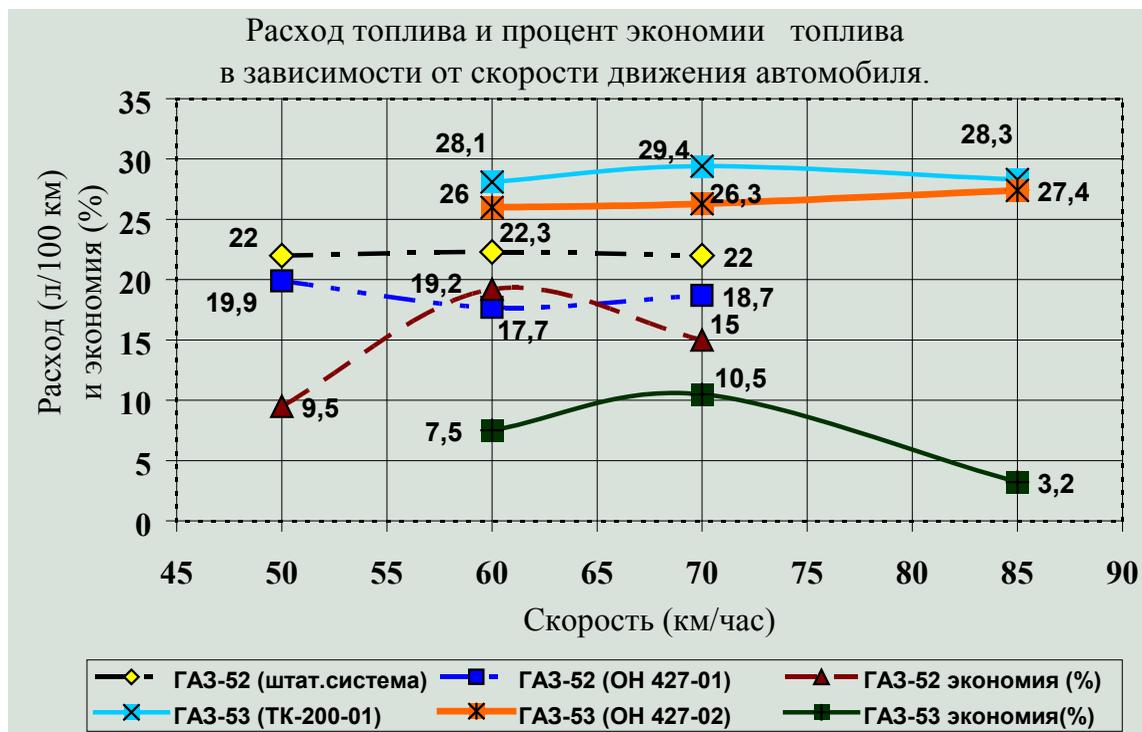


Рисунок 1 – Результаты приемочных испытаний системы зажигания ОР-427 по расходу топлива

**Изменение содержания СО и СН в отработанных газах после установки на автомобиль блока ОН-427.**

Содержание вредных выбросов при работе двигателя со штатной системой зажигания принято за 100%.

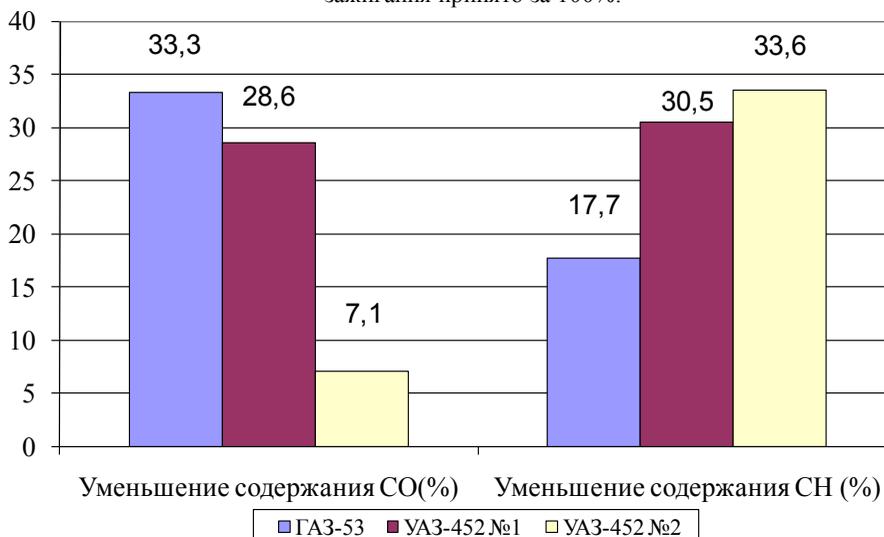


Рисунок 2 – Результаты приемочных испытаний системы зажигания ОР-427 по содержанию вредных выбросов в атмосферу

можно судить, анализируя изменение напряжения на искровом промежутке и изменение протекающего через него тока во времени (рисунок 3). Анализ свидетельствует о наличии достаточно сильной ионизации среды в межэлектродном пространстве свечи зажигания. При этом уменьшается расход топлива, снижается содержание CO и CH в выхлопных газах и обеспечивается надежное воспламенение при низких температурах. Мы предполагаем, что в момент воспламенения имеет место не только цепная реакция горения, но и процесс электромагнитного взаимодействия между фрагментами топливовоздушной смеси, заставляющий эту реакцию происходить с большей скоростью. Ввиду того, что основным отличием при использовании разработанной системы ОН-427 является протекание в искровом промежутке свечи зажигания переменного тока, возможно, что полученный эффект обусловлен именно этим.

Известно, что два параллельно расположенных проводника при протекании в них тока в одном направлении притягиваются, а при разнонаправленных токах – отталкиваются. На рисунке 3 показана форма высокого напряжения на электроде свечи зажигания  $U(t)$  и форма протекающего

в искровом промежутке тока  $I(t)$ .

Анализируя форму кривых и сопоставляя это с полученными результатами дорожных испытаний, можно сделать вывод, что экономия топлива наблюдалась только при наличии коронного (или тлеющего) разряда в искровом промежутке свечи зажигания (плоские вершины во втором периоде графика  $U = U(t)$ ), то есть достаточно сильной ионизации. Скорее всего, первый период колебания напряжения при возникновении разряда подготовительный. На протяжении его создается необходимая концентрация ионов в искровом промежутке свечи зажигания, которая необходима в дальнейшем для развития процесса, который может быть условно назван «электромагнитным взрывом».

На рисунке 4 изображен предполагаемый процесс развития «электромагнитного взрыва» в разрезе.

Предположим, что среда в межэлектродном пространстве уже подготовлена в первом периоде колебаний (рисунок 3). Во втором периоде при появлении разности потенциалов между электродами возникает разряд и носители заряда (ионы и электроны) начинают двигаться в межэлектродном

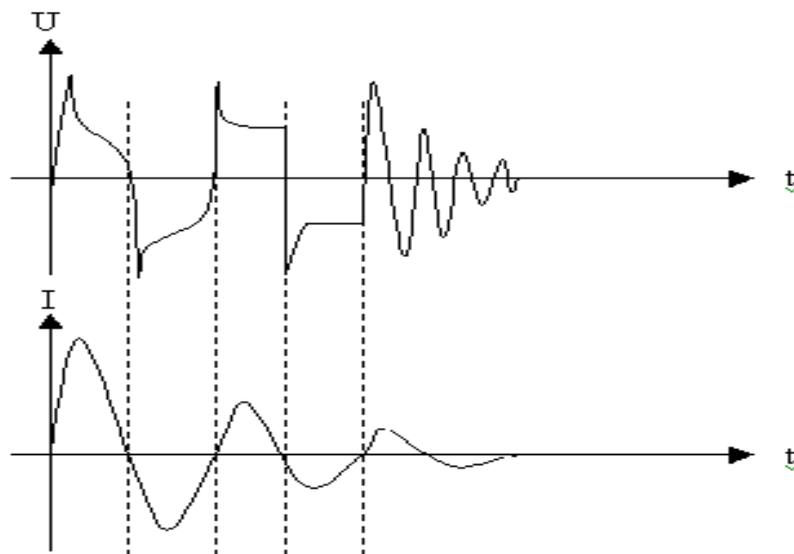


Рисунок 3 – Форма напряжения на электроде свечи и тока в искровом промежутке

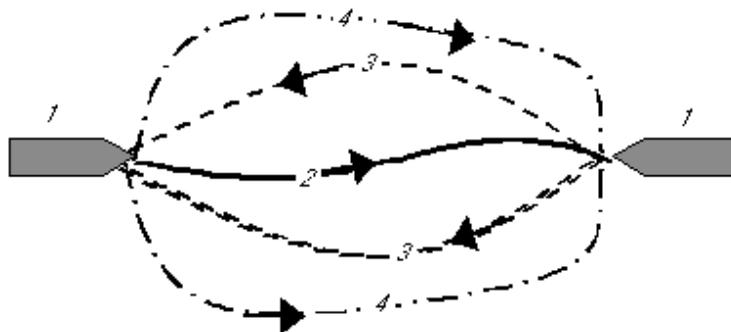


Рисунок 4 – Процесс развития объемного воспламенения топливовоздушной смеси

пространстве под действием появившегося электрического поля (сплошная линия 2 на рисунке 4) приобретая при этом определенную скорость. Если же теперь достаточно быстро изменить полярность приложенного к электродам 1 напряжения, то разряд будет возникать уже не в этом канале. Причиной может служить то, что разогнавшиеся внутри канала до определенной скорости носители создадут на какой-то момент некоторое противодействующее поле, и разряд будет происходить на внешней поверхности канала (кривая 3 на рисунке 4). Получается, что какой-то промежуток времени в области разряда будут протекать два коаксиальных тока различного направления. При очередной смене полярности приложенного напряжения по этой же причине разряд будет происходить опять по внешней поверхности предыдущего разряда. Но встречно-параллельные токи отталкиваются и, таким образом, зона горения будет увеличиваться в объеме не только за счет распространения цепной химической реакции горения, а еще и за счет электромагнитного взаимодействия различных участков плазмы в искровом промежутке свечи зажигания. Таким образом, происходит объемное воспламенение топливовоздушной смеси.

Мы предполагаем, что именно этот процесс дает возможность надежно воспламенять обеднен-

ную топливовоздушную смесь в цилиндре двигателя.

В какой-то степени за наличие описанного процесса говорит то, что если при наличии только одного периода колебаний напряжения (рисунок 3) можно слышать только характерный треск искрового разряда, то при появлении второго периода треск переходит в негромкий хлопок.

Нахождение оптимальной частоты колебаний высокого напряжения на искровом промежутке свечи и связь ее с энергетическими и экологическими характеристиками двигателя является целью дальнейшей работы.

#### Список литературы

1. *Peter J. Mullens*. Плазменное зажигание «Автомобильная промышленность США». – 1981. – № 8. – С. 9.
2. Акт приемочных испытаний опытной партии блоков ОН-427, утвержден 15.12.1997 года заместителем министра транспорта и коммуникаций РБ.
3. Способ воспламенения топливной смеси в двигателе внутреннего сгорания и коммутатор системы зажигания двигателя внутреннего сгорания: пат. 20565212 РФ, F02P3/08 / В.А. Щербатюк; заявл. 16.06.1994; опубл. 20.03.1996.