

УДК 621.

## НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ ДВС

**А.В. Мотлохов, к.т.н., НТУ «ХПИ»**

***Аннотация.** Приведен эффективный способ улучшения показателей двигателей с искровым зажиганием путем улучшения полноты сгорания топлива, что позволяет повысить экономичность и устранить детонацию, использовать в двигателях высокую степень сжатия и дешевые при получении низкооктановый бензин и топливо ШФС.*

***Ключевые слова:** ДВС с искровым зажиганием, смесеобразование, детонация, испарение топлива, экономичность, многотопливность, двухтактный шатун, закрытые подшипники, газовый двигатель.*

## НАПРЯМКИ ПОЛІПШЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СУЧАСНИХ ДВЗ

**О.В. Мотлохов, к.т.н., НТУ «ХП»**

***Анотація.** Наведено ефективний спосіб поліпшення показників двигунів з іскровим запалюванням шляхом поліпшення повноти згорання палива, що дозволяє підвищити економічність і усунути детонацію, використовувати у двигунах високий ступінь стиску й дешеві при одержанні низькооктановий бензин і паливо ШФС.*

***Ключові слова:** ДВЗ із іскровим запалюванням, сумішоутворення, детонація, випар палива, економічність, багатопаливність, двотактний шатун, закриті підшипники, газовий двигун.*

## TRENDS OF INDEXES IMPROVEMENT OF MODERN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**A. Motlokhov, Candidate of Technical Science, NTU «KhPI»**

***Abstract.** The author of this scientific paper has suggested an effective method of indexes improvement of engines with spark ignition by means of complete fuel combustion that allows to increase economy, remove detonation, and use a high rate of compression and cheap low octane gasoline as well as BFC fuel.*

***Key words:** ICE with spark ignition, fuel intermixture, detonation, fuel evaporation, economy, multi-fuel, two stroke, connecting rod, closed bearing, gas engine.*

### Введение

Несмотря на то, что двигатели внутреннего сгорания достигли высокой степени совершенства, резервы улучшения их эффективных показателей далеко не исчерпаны. Следует обратить внимание на разработки, новизна которых подтверждена результатами испытаний двух- и четырехтактного моторов и патентами, при оформлении которых учитывался существующий мировой опыт.

### Анализ публикаций

Речь идет о «Способе смесеобразования в двигателе внутреннего сгорания» [1], при реализации которого устраняется детонация или, как отмечается в зарубежной литературе, «knocking» (стук, удар) – основной и коварный враг автомобилистов, разрушающий ДВС с искровым зажиганием и требующий использования дорогого высокооктанового бензина.

В случае использования результатов данных разработок устранение детонации может быть достигнуто путем совершенствования организации процесса смесеобразования, а не за счет антидетонационных систем с датчиком детонации в системах зажигания и применения в составе бензина вредного для здоровья человека и окружающей среды антидетонатора.

### Цель и постановка задачи

Правомерность сделанных выводов являлась целью при проведении экспериментальных исследований опытных двигателей с предлагаемым способом смесеобразования и использовании различных видов жидкого топлива и смесей топлив, взятых в произвольной пропорции.

### Пути улучшения показателей ДВС

По мнению автора, позволит исключить «стук» при работе двигателя одновременное и полное испарение легких и тяжелых углеводородных фракций топлива, что возможно обеспечить при его подаче на горячую поверхность вытеснителя головки цилиндра, температура которого на рабочих режимах не ниже 250–300 град. Для сравнения – в существующих процессах испарение топлива происходит по мере повышения температуры воздуха в процессе сжатия, но температура, необходимая для испарения тяжелых (последних) фракций бензина, достигается только в конце сжатия и при условии полностью открытой дроссельной заслонки (качественном наполнении). Однако, ввиду высокой частоты вращения коленвала двигателя, инерционности процессов нарастания давления и испарения, интенсивного теплоотвода в стенки цилиндра, окончание испарения тяжелых фракций топлива смещается на начало сгорания – в среду газов с повышенными температурой и давлением от сгорания легких фракций, что формирует и повышенную скорость распространения фронта пламени при сгорании последних тяжелых фракций – до 2500 м/с, и вызывает резкий металлический стук при встрече подобного фронта со стенками камеры сгорания. Необходимо уточнить – нормальная скорость сгорания топливовоздушной смеси в цилиндре двигателя 40–60 м/с, а скорость детонационного сгорания во взрывчатых веществах значительно более высокая. Необходимо отметить, что в условиях двигателя детонаци-

онное сгорание имеет особенности. Горючая смесь нагревается за счет сжатия до температуры, близкой к самовоспламенению, поэтому горючая смесь подготовлена к развитию детонационной волны. Поэтому некоторые специалисты акцентируют внимание на том, что детонация в ДВС не является классической. При подаче топлива в начале такта сжатия на горячий вытеснитель головки цилиндра существенно увеличивается не только температура, но и растет продолжительность испарения тяжелых фракций топлива, что в целом положительно влияет на подготовку топлива к сгоранию. Данное изобретение объясняет происхождение «стука» и определяет способ борьбы с ним, позволяет полностью испарить цикловую подачу топлива, увеличить мощность и использовать в двигателе с искровым зажиганием высокую степень сжатия и низкооктановый бензин – что невозможно на сегодня и соответствует положениям современной «Теории ДВС». При повышении степени сжатия растет КПД и экономичность бензинового двигателя, снижается токсичность ОГ и достигается это за счет улучшения полноты испарения и сгорания топлива, о возможности повышения которой свидетельствует наличие несгоревших углеводородов (СН) в ОГ современных двигателей с искровым зажиганием. Изобретение может быть реализовано в существующих конструкциях двигателей путем модернизации блока и головки цилиндров.

С использованием результатов теоретических разработок был модернизирован и успешно прошел испытания одноцилиндровый четырехтактный двигатель в составе миниэлектростанции. Испытания подтвердили правомерность сделанных выводов о возможности устранения «стука» путем изменения способа смесеобразования, а также подтвердили предположение о возможности использования в двигателе с искровым зажиганием различных видов жидкого топлива без опасения возникновения детонации. В связи с чем необходимо отметить, что в качестве топлива для опытного двигателя использовалась смесь бензина А-76 и дизтоплива в отношении 50/50, при этом цвет камеры сгорания был с бело-розовым оттенком, в отличие от черных или темно-коричневых камер сгорания современных двигателей, что говорит об эффективном сгорании смеси. Расход топлива опытного двигателя составлял, примерно, 300 г/(кВт·ч),

что соизмеримо с расходами одноцилиндрового дизеля небольшого рабочего объема, применяемых, например, в составе мини-электростанций и имеющих черный сажевый налет на поверхности деталей камеры сгорания. Полученные результаты экспериментальных исследований следует считать предварительными, т.к. при устранении отмеченных недостатков конструкции опытного двигателя и дальнейшей оптимизации параметров двигателя возможно снижение расхода до 255–260 г/(кВт·ч).

Помимо улучшения экономичности работы двигателя с новым процессом смесеобразования в эксплуатации, следует учитывать и экономию исходного сырья и электроэнергии при увеличении выпуска низкооктанового бензина, который более технологичен при получении, чем высокооктановый. Применительно к дизелям, улучшение испарения тяжелых топливных фракций в процессе смесеобразования исключит образование сажи в ОГ и еще более повысит экономичность дизельных двигателей [2]. Однако, в связи с тем, что разработка дизельного двигателя с улучшенным испарением и более полным сгоранием топлива проблематична, имеет смысл заниматься двигателем с искровым зажиганием и повышенной степенью сжатия, использующим низкооктановый бензин или топливо широкого фракционного состава (топливо ШФС).

На рис. 1 представлена принципиальная схема организации предлагаемого способа смесеобразования [1].

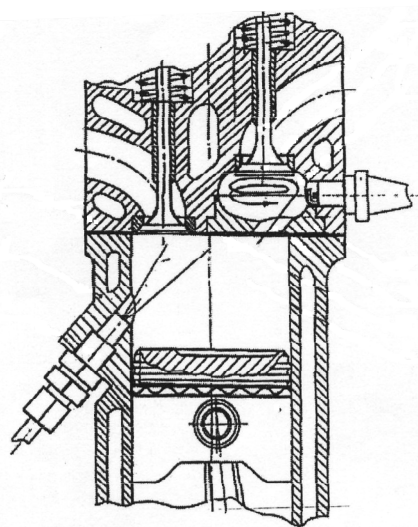


Рис. 1. Способ смесеобразования в ДВС

Разработанный процесс смесеобразования с количественным регулированием мощности и воспламенением рабочей смеси от искры следует считать более рациональным, чем дизельный, в котором температура, необходимая для самовоспламенения топлива, достигается в процессе сжатия воздуха, количество которого не изменяется от режима к режиму, а это значит, что на холостом ходу и малых нагрузках имеет место неэффективное расходование энергии на сжатие лишнего воздуха.

### Современный двухтактный двигатель

В двухтактном двигателе отсутствует «холостой» оборот коленвала, в течении которого осуществляется впуск свежей смеси и выпуск ОГ (если совместить такты), в связи с чем мощность двухтактного двигателя возрастает почти вдвое, в сравнении с четырехтактным одинакового рабочего объема, что успешно используется в транспортных средствах с требуемой высокой мощностью силового агрегата и ограничением его массогабаритных показателей (летательные аппараты, малый флот, военная техника), т.е. в условиях, в которых повышенная токсичность ОГ не принимается во внимание. Однако слабым местом конструкции двухтактных двигателей является ненадежная работа шарнирных соединений шатуна с поршневым и кривошипным пальцами, в которых «трутся» детали в условиях полусухого и сухого трения. Работоспособность данных соединений определяет срок службы двигателя в целом, для увеличения которого предложена конструкция шатуна с использованием надежных закрытых шариковых подшипников с постоянной смазкой, что существенно повысит надежность двухтактного двигателя. Согласно изобретению подшипники за часть наружной обоймы зажимаются между половинками стержня шатуна, разрезанного вдоль, и фактически являются его головками, при этом стержень шатуна может быть выполнен из облегченных материалов [3]. Следует отметить, что в случае разработки двухтактного двигателя с новым улучшенным способом смесеобразования и использованием в конструкции шатуна закрытых подшипников с постоянной смазкой подобный двигатель станет надежнее, будет отвечать требованиям Евро-норм на токсичность ОГ и область применения мощных, компактных и экономичных двухтактных двигателей с искровым зажиганием значительно расширится.

### Газовый двигатель

Необходимо особенно отметить, что предложенный способ смесеобразования при непосредственном впрыскивании топлива применим и в двигателях, использующих сжиженный природный и сланцевый газ, месторождения которых имеются на Украине. Все процессы, происходящие в бензиновом моторе, характерны и для газового двигателя, в том числе и детонация, которая в газовом двигателе проявляется в виде «щелчков». В баллоне после выработки основной массы сжиженного газа и снижения давления остается небольшое количество неизрасходованного жидкого газа – остаток, который состоит из тяжелых фракций и испаряется только при повышении температуры, т.е. в реальных условиях после начала сгорания в цилиндре – все как в бензиновом моторе [4, 5], в связи с чем предложенный «Способ смесеобразования» актуален и для двигателей с ГБО и впрыском сжиженного газа в цилиндр, а его подача на горячую поверхность головки цилиндра обеспечит одновременное и полное испарение легких и тяжелых фракций в составе цикловой подачи и исключит появление «щелчков». В подобном случае необходимо основные элементы системы – топливоподающий насос, форсунки, программу электронного блока управления существующего комплекта – адаптировать к новым условиям работы. При этом необходимо обеспечить установку форсунки в стенке цилиндра двигателя и сделать новую камеру сгорания, согласно патенту, что является непростой, но вполне реальной задачей.

### Выводы

С использованием результатов разработок возможно создание двигателя, нечувствительного к октановому и цетановому числу топлива, двигателя, необходимость и целесообразность разработки которого диктуется требованиями времени. Подобный экономичный и экологичный ДВС с искровым зажиганием со степенью сжатия 13–15 ед., с

высокими удельными показателями, при отсутствии детонации и сажи в ОГ и использующий различные виды жидкого топлива, можно рассматривать прототипом перспективного двигателя, способного конкурировать с альтернативными типами силовых установок.

### Литература

1. Патент Украины № 83354 МПК (2006) F02B 23/10. Способ смесеобразования в двигателе внутреннего сгорания / А.В. Мотлохов; заявитель и патентообладатель А.В. Мотлохов. – № а200505713; заявл. 13.06.2005; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.
2. Патент Украины № 83384 МПК (2006) F02B 23/10. Способ смесеобразования в двигателе внутреннего сгорания / А.В. Мотлохов; заявитель и патентообладатель А.В. Мотлохов. – № а 200604220; заявл. 17.07.2006; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.
3. Патент Украины № 100915. МПК (2013.01) F16C 7/00, F16C 9/00. Шатун двигателя внутреннего сгорания / А.В. Мотлохов; заявитель и патентообладатель А.В. Мотлохов. – № а201103656; Заявл. 28.03.2011; Опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
4. Мотлохов А.В. О причинах детонации в двигателях с искровым зажиганием / А.В. Мотлохов // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2005. – Вып.17. – С. 55–60.
5. Мотлохов А.В. Особенности развития процесса детонации в двигателях с искровым зажиганием / А.В. Мотлохов // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 18. – С. 110–113.

Рецензент: А.Н. Врублевский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 8 апреля 2013 г.