

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ЭКОЛОГИЧНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

М. К. Алиев

Ташкентский государственный транспортный университет

Д. Р. Кульмухамедов

Научный руководитель, проф. Ташкентский государственный транспортный университет

АННОТАЦИЯ

В настоящее время ДВС широко применяются на транспорте, прежде всего, автомобильном. В статье предлагается повысить КПД двигателя за счёт применения роторно-лопастной его конструкции. Это даёт возможность отказаться от кривошипно-шатунного механизма и, соответственно, трения в нём, задав изначально рабочим лопастям вращательное движение

Ключевые слова: автомобильный транспорт, двигатель внутреннего сгорания, повышение эффективности, снижение доли вредных для экологии в выхлопных газах.

ВВЕДЕНИЕ

Технический прогресс во многом обязан двигателям внутреннего сгорания (ДВС), чаще всего устанавливаемых на наземных транспортных средствах. Сейчас автомобильный транспорт получил значительное развитие. Это определяется рядом его преимуществ перед другими видами транспорта. Такие преимущества как невысокая стоимость, оперативность и реализация принципа «от двери до двери» явились основой превалирующего развития автотранспорта.

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОДОЛОГИЯ

Объем автомобильных перевозок в Средней Азии уже к семидесятым годам прошедшего столетия достиг 20 млрд. тонн, что в пять раз превышало объем железнодорожных перевозок и в 18 раз – объем перевозок, выполнявшихся морским флотом.

В настоящее время в мире эксплуатируется около миллиарда автомобилей, которые потребляют более 70% всей добываемой нефти. Каждые полторы секунды в мире с

конвейера сходит новый автомобиль, и к 2017г. их количество вплотную приблизится к отметке в один миллиард единиц. На рис. 1 показан прогноз среднемирового уровня изменения числа автомобилей на тысячу человек населения.

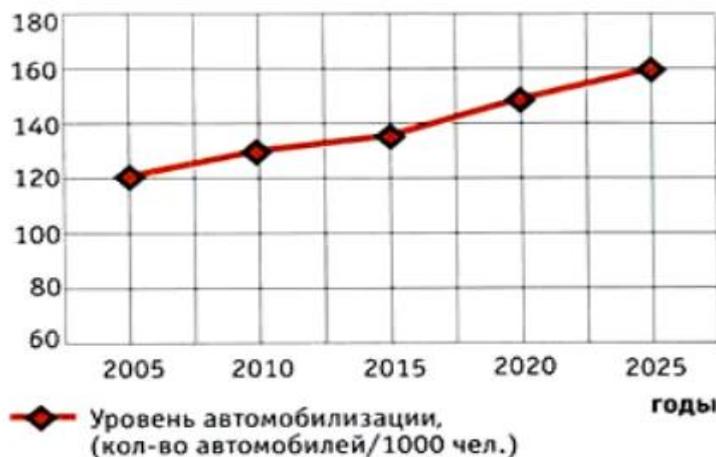


Рис.1. Изменение уровня автомобилизации населения в первой четверти XXI в. (прогноз)

Всем этим машинам потребуется бензин или дизельное топливо. По прогнозам специалистов, в 2020 г., для удовлетворения всех нужд потребление нефти должно возрасти до 240 т в секунду. Транспортный сектор Европы, Японии и США на 90% зависит от нефти, перерабатываемой в моторное топливо. В связи с увеличением энергопотребления и возможным истощением разведанных запасов нефти в перспективе перед всеми странами мира стоит задача диверсификации топливно-энергетических балансов в сторону максимального их сбережения посредством повышения коэффициента полезного действия (КПД) ДВС и возможного замещения в транспортном секторе нефтепродуктов другими видами энергоносителей.

Теоретически двигатель внутреннего сгорания может быть модифицирован для применения любого жидкого или газообразного топлива, которое относительно безопасно, быстро сгорает и выделяет при этом достаточное количество тепла. Некоторые альтернативные виды моторного топлива достаточно широко используются – сжиженный газ (LPG), сжатый природный газ (CNG), спирты (этанол, метанол и др.) и другие виды топлива, полученные из специально выращиваемых растений. Жидкие углеводородные топлива могут быть получены из угля, а разведанных запасов угля существенно больше, чем запасов сырой нефти. Альтернативой также может быть применение водорода в качестве моторного топлива.

Все эти альтернативы имеют значительное число приверженцев и продолжают развиваться каждая на своём уровне. Хотя, считавшийся в девяностых годах самым перспективным метанол потерял актуальность после того как испытания показали, что его использование на современных автомобилях с каталитическими нейтрализаторами приводит к образованию канцерогенных формальдегидов с сильным запахом. После этих испытаний в стандарт по выбросам в атмосферу штата Калифорния США были внесены нормы по содержанию ароматических формальдегидов в отработанных газах. Гораздо более вероятно, что в достаточно отдалённом будущем метанол будет применяться как источник газообразного водорода для топливных элементов, являющихся источниками электрической мощности для автомобильных электромоторов. Топливный элемент преобразует запасённую химическую энергию водорода и, используя кислород, полученный из воздуха, преобразует её непосредственно в электроэнергию. При этом в качестве единственного побочного продукта этого процесса в окружающую среду выделяется вода.

Другим перспективным топливом для транспорта считался сжатый водород. Применение жидкого водорода требует установки мощного и дорогого криогенного оборудования. Высокоэнергетичная химическая реакция соединения водорода и кислорода даёт в итоге безопасный выхлоп в виде водяного пара. Однако на практике в качестве окислителя в реакции горения водорода приходится применять воздух, содержащий только 21 – 22% кислорода, а наибольшую долю, около 76% составляет азот. Присутствие азота в высокотемпературной реакции горения водорода приводит к появлению вредных соединений его с кислородом, различных окислов азота. В итоге проблема замены традиционного моторного топлива жидким водородом выходит далеко за рамки задач, решаемых в автомобильной индустрии.

Таким образом, можно сделать вывод, что замена всех традиционных бензиновых и дизельных двигателей на водородные нереальна, т. к. она на настоящий момент экономически не эффективна, связана с огромными материальными затратами, и не приведёт к кардинальному улучшению экологической обстановки. Однако, почти без всяких изменений в поршневом двигателе, можно использовать бензин и дизельное топливо с 3-8-процентной водородной добавкой, подаваемой непосредственно в цилиндры. Анализ типовых реакций окисления углеводородного топлива показывает, что даже этот небольшой шаг резко улучшит эксплуатационные показатели, КПД и состав выхлопных газов. Но для возможности применения водородной добавки необходимо

охлаждать поршень и другие элементы ДВС, взаимодействующие с продуктами сгорания, вследствие повышения температуры в камере сгорания.

Из вышесказанного следует, что, вероятнее всего, самым перспективным в ближайшем будущем будет использование ДВС с повышенным КПД и с возможностью использования различных топлив как жидких, так и газообразных. Для решения этой общей проблемы необходимо решить ряд частных проблем:

1. Проблема образования качественного состава и однородности горючей смеси.

2. Проблемы, связанные с необходимостью повышения степени сжатия горючей смеси. Здесь одной из задач является необходимость повышения термостойкости основных элементов ДВС, например, введение жидкостного охлаждения поршня, что должно позволить применять водородное топливо в качестве добавки (3-8%) к углеводородному. Это должно позволить, как показывает анализ типовых реакций окисления (т.е. горения) углеводородного топлива, снизить выброс токсичных веществ в атмосферу в несколько раз.

3. Совершенствование систем впрыскивания топлива. Получившие в своё время широкое распространение системы централизованного впрыска топлива во впускной трубопровод бензинового двигателя уступили место распределённым системам и непосредственному впрыску топлива в цилиндры, что является наиболее перспективным с точки зрения экономичности, так как позволяет исключить потери горючего, имеющего место в период перекрытия клапанов. Это периоды, когда на небольшой промежуток времени остаются открытыми впускные и выпускные клапана, (режим продувки).

4. Проблемы, связанные с низкой экономичностью традиционных ДВС при работе на быстро изменяющихся режимах, с частыми переходами с малых на большие нагрузки и наоборот.

5. Проблемы уменьшения трения, связанные с применением кривошипно-шатунного механизма в качестве преобразователя возвратнопоступательных движений поршня во вращательное коленчатого вала и маховика.

6. Обеспечение многотопливности совместно с эффективностью, что связано с необходимостью простоты перевода ДВС с одного на другие виды топлива (альтернативные). Для этого необходимо разработать специальные устройства, позволяющие увеличивать объёмную цикловую подачу порции горючего при переходе другие, например на более легкие сорта топлив.

Расчёт индикаторных диаграмм типовых циклов ДВС показывает, что КПД таких двигателей не может превышать 50%. Это доказал французский учёный С. Карно ещё в 1824 году. Итак, ДВС, совершающий в процессе работы последовательные циклы расширения и сжатия, не может иметь эффективность более 50% при преобразовании тепловой энергии сгорающего топлива в механическую. Следует заметить, что эффективность лучших паровых двигателей (двигателей «внешнего» сгорания) не превышала 12%. Сейчас этот параметр лучших бензиновых ДВС не превосходит 38%, а дизельные двигатели имеют максимальную эффективность несколько менее 42%, [5]. Отсюда следует, что резерв повышения эффективности составляет ~8%, но, учитывая массовость применения ДВС, повышение её на 4÷5% может считаться существенным результатом.

Рассмотрим схему приближенного распределения тепловой энергии сжигаемого топлива в поршневом ДВС, (рис. 2). Примерно ~ 35 % тепла уходит с отработавшими газами, ~ 17 % с охлаждающей жидкостью, что является прямыми потерями, которые необходимо уменьшать применением керамики, металлокерамики и других изотермостойких материалов с малой теплопроводностью и ~ 13% составляют механические потери на трение поршня о стенки цилиндра и в элементах кривошипно-шатунного механизма. Рационально использовать энергию выхлопных газов для привода агрегатов турбонаддува, обогрева салона или кабины, выработки электроэнергии и т.д.

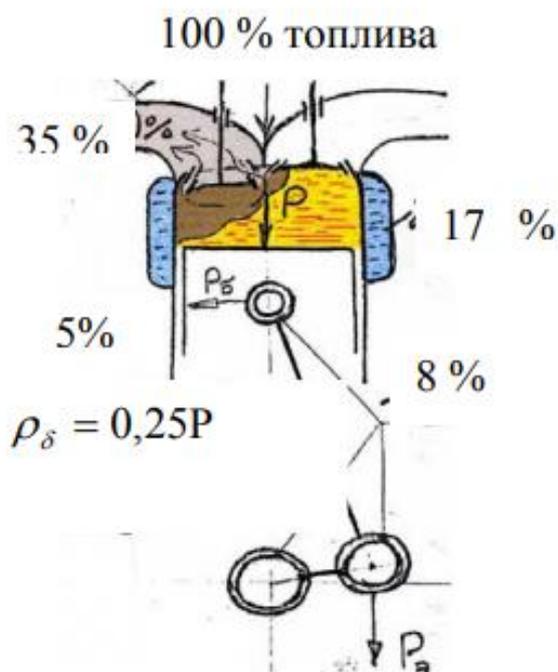


Рис. 2. Схема распределения повышения эффективности ДВС.

ВЫВОДЫ

Анализ литературы и патентов показал, что снижение трения поршня о стенки цилиндра увеличивает мощность и КПД двигателя на $\sim 3\div 4\%$. Снятие шатунного механизма (КШМ) [6]. Это приводит к соответствующему увеличению массы и числа движущихся с большими скоростями элементов, что нежелательно. Современная конструкция КШМ по уровню механических потерь достигла совершенства, поэтому возникла необходимость отказаться от его применения. В результате были запатентованы многочисленные конструкции роторно-лопастных двигателей (РЛД), в которых КШМ отсутствует, а рабочие движения изначально имеют форму вращения, [7-10]. В том числе предложена конструкция РЛД ДВС маятникового типа с шестеренчатым преобразователем маятниковых движений лопастей-поршней ротора во вращательное маховика. (рис. 3), [11]. Такая конструкция позволяет увеличить КПД двигателя на $\sim 4\div 5\%$ за счет снижения потерь в механизме преобразования рабочих движений в выходной момент. Кроме повышения КПД двигателя, такая конструкция позволяет применить жидкостное охлаждение рабочих лопастей, что позволяет повысить степень сжатия и применить водородное топливо в качестве добавки к углеводородному в количестве 3 – 8%, что в свою очередь повысит температуру сгорания рабочей смеси топлива и, следовательно, повысит КПД и значительно снизит присутствие вредных примесей в выхлопных газах. Эта концепция была реализована в экспериментальном двухтактном роторном двигателе. При этом жидкостное охлаждение поршня позволило применить водородное топливо в качестве добавки 3 - 8 % к обычному углеводородному с отличными параметрами по устойчивости рабочих лопастей от обгорания и с хорошими экологическими показателями.

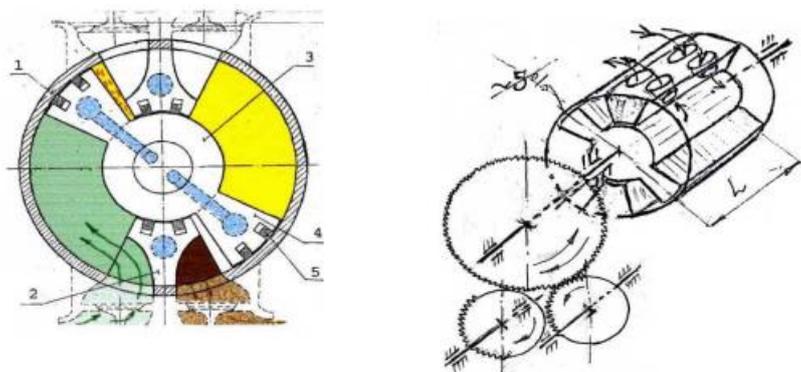


Рис.3. Конструкция роторно – лопастного двигателя

REFERENCES

1. Литвин А.В., Мокрушин Ю.А. «Современное состояние и перспективы развития пассажирского транспортного комплекса городской агломерации» // Инженерный вестник Дона, 2015, №1
[URL:ivdon.ru/magazine/archive/n1y2015/2749/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n1y2015/2749/).
2. Орлов Н.А. «Уточнение условий возникновения транспортных заторов в сетях со светофорным регулированием» // Инженерный вестник Дона, 2015, №2
[URL:ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2870/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2015/2870/).
3. Бояркина Е.Ф. «Влияние семейного дохода на количество автомобилей, принадлежащих на одного человека» // Инженерный вестник Дона, 2015, №4
[URL:ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3360/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2015/3360/).
4. Морозов В.А., Морозова О.Н., Поляков Н.А. «Анализ влияния транспортных потоков на экологию». Сб. статей XIX научно-технической конференции с международным участием на тему: «Транспорт, экология – устойчивое развитие ЭКО Варна» Варна 2013, с 416-418.
5. Deniels Dgef «Modern Car Technology», London, publishers «Haynes Publishing», 2003, 223 p.
6. Панин С.«Совершенствование ДВС» // журнал «За рулём», 2002, №4 с.147-151.
7. Гридин Н.А. «Роторно-лопастной двигатель Гридина» // журнал «Энергетика и промышленность России» 2006, №10(74), с. 42-46.
8. Исачкин В.А. «Роторно-лопастной ДВС» // журнал «Энергетика и промышленность России» 2006, №10(74), с. 47-52.
9. Лаптев Е.В., Лаптев Д.Е. «Роторный двигатель внутреннего сгорания», патент РФ, RU 2133845.
10. Sterk Martin “Kreiskolben Warmemotor Vorrichtung”. Patent FRG, DE 19814742. 11.Гуськов Г.Г. Необычные двигатели, М., Изд-во Астрель, 2011. - 126с.