в высших учебных заведениях нашей страны Брилинг Н.Р. (МВТУ, МАДИ), Абианц С.А. (ЦИПК МАП), Васильев А.В. (ВолгГТУ), Гриневецкий В.И. (МВТУ), Заренбин В.Г., (Днепропетровск, ДИСИ), Егоров Я.А. (Запоржье), Иващенко Н.А. (кафедра ДВС МГТУ им. Н.Э. Баумана), Иноземцев Н.В. (МАИ), Кавтарадзе Р.З. (кафедра ДВС Кутаисского ПИ), Калиш Г.Г. (Н.-НовПИ), Круглов М.Г. (Запоржский институт сельскохозяйственного машиностроения, кафедра ДВС МВТУ им. Н.Э. Баумана), Крутов В.И. (кафедра «Теплотехника» МВТУ), Козлов Н.П. (кафедра «Плазменные энергетические установки» МВТУ), Карельских Д.К. (МА-МИ), Лашко В.А. (Хабаровск, Тихоокеанский ГТУ), Либрович Б.Г. (кафедра ДВС МВТУ), Мазинг Е.К. (кафедра ДВС МВТУ), Орлин А.С. (кафедра «Двигатели боевых машин», кафедра ДВС МВТУ), Патрахальцев Н.Н. (кафедра ДВС РУДН), Рудой Б.П. (кафедра ДВС УФАИ), Романенко Н.Т. (МИХМ, КАИ), Саверин М.А. (кафедра «Детали машин», МВТУ им. Баумана), Симаков Ф.Ф. (МВТУ им. Н.Э. Баумана), Сороко-Новицкий В.И. (кафедры ДВС Академии Моторизации и Механизации РККА, МВТУ, МАМИ), Тихомиров Е.Н. (кафедра «Сопротивление материалов» МВТУ им. Н.Э. Баумана), Ховах М.С. (кафедра «Автотракторные двигатели» МАДИ), Цируль С.М. (кафедра «Теплотехника» ТСХА), Чудаков Е.А. (кафедры «Автомобили» МВТУ им. Н.Э. Баумана, МАДИ, МАМИ), Чурсин М.М. (кафедра «Плазменные энергетические установки» МВТУ), Шелест А.Н. (кафедра «Тепловозы» МВТУ им. Н.Э. Баумана), Эфрос В.В. (Владимирский ГУ).

Силами преподавателей и научных сотрудников кафедры изданы уникальные многотомные учебники по ДВС, выдержавшие несколько изданий, написаны 36 монографий и сборников научных трудов, опубликовано свыше 2000 статей в научно-технических журналах, организованы и проведены 7 всероссийских и международных научно-технических конференций.

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПОРШНЕВЫХ ДВС В УСЛОВИЯХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА

Ипатов А.А., Кутенёв В.Ф., Лукшо В.А (ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ»)

С момента появления ДВС (более 100 лет назад) развитие конструкций двигателей с воспламенением от искры и воспламенением от сжатия происходило в постоянной конкурентной борьбе за получение требуемых текущим временем различных потребительских характеристик и показателей автотранспортных средств.

В начальный период велись интенсивные работы по достижению необходимых мощностей, для обеспечения движения транспортного средства с желаемой скоростью, затем на повестку дня вышли требования по снижению расхода топлива, когда преодолеваемые транспортным средством расстояния значительно увеличились. Далее с применением механического наддува, а затем и турбонаддува вновь велись работы по повышению мощности и естественно по улучшению удельных показателей (удельная мощность на единицу массы и объема двигателя, удельный расход топлива). Позже решались проблемы с безотказностью и значительным увеличением ресурса ДВС как легковых, так и грузовых автомобилей. Эти проблемы решались коллективами исследователей и конструкторов бензиновых двигателей и дизелей разрозненно, но в сопоставимости под влиянием соперничества

или успехов одних над другими. В шестидесятые годы прошлого столетия возникли проблемы связанные с экологией. Опять активизировались новые конструктивные решения и конкуренция за достижение лучших показателей по национальным экологическим нормативам сначала в США, затем в Японии и Европе. Ужесточающиеся экологические требования приводят в конце шестидесятых годов к необходимости внедрения на бензиновых двигателях дорогих систем непосредственного впрыска топлива, что благоприятно влияет как на экологические показатели, так и на снижение расходов топлива. На рис. 1 в качестве подтверждающего примера результативности работ по снижению расхода топлива приведены величины путевых расходов приведенные к 1000 кг массы автомобиля. С 70-ых годов прошлого столетия произошло значительное снижение расходов топлива [1]. На графике приведены результаты всех мероприятий как по развитию конструкций систем двигателей, так и за счет совершенствования трансмиссии, новых шин с пониженным коэффициентом сопротивления качению, и улучшенной аэродинамики автомобиля, и, безусловно, это связано с повышением кпд двигателя за счет улучшения рабочих процессов.

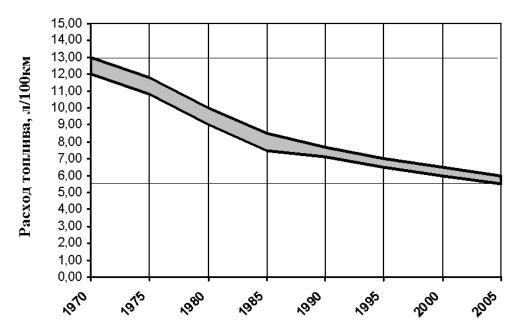


Рис.1. Достигнутые уровни топливной экономичности автомобилями средней массой 1000 кг.

В этот период развития конструкции на бензиновых двигателях степень сжатия в серийном производстве к настоящему времени уже достигает 11 и 12, не говоря о прототипах и спортивных модификациях, где устанавливаются степени сжатия 13 и 14. На дизелях, учитывая высокий наддув, начинают снижать степень сжатия до 13-14. И, наконец, появление конструкции регулируемого наддува требует активного развития перспективных конструкций двигателей с регулируемой степенью сжатия, что позволит в комплексе достичь экономии топлива в городских условиях на уровне не менее 15-20%. На рис. 2 представлены основные направления перспективного развития ДВС с учетом перевода их на использование альтернативных видов топлив.

Появившиеся в конце восьмидесятых годов, из-за невозможности значительного снижения расхода топлива традиционными путями, комбинированные энер-

гоустановки (КЭУ) и концепцию создания модульных конструкций силовых установок на базе 2-х ДВС можно рассматривать как два альтернативных направления:

- 1) схему ДВС с электроприводом и накопителем энергии; [2]
- 2) модульный вариант, который может быть создан на базе традиционных ДВС существующего массового производства. [3]

Топливные кризисы 1972-1975 гг. и 2002-2005 гг. привели к необходимости решения проблем использования альтернативных видов топлива. В этот период от этапа совершенствования конструкции двигателя переходят к решению проблем энергетического кризиса, к созданию многотопливных модификаций ДВС с конечной целью перехода на водородосодержащие топлива и на водород, о котором сейчас много говорят, но пока это и дорого и в массовом производстве этого в ближайшее время ожидать трудно.

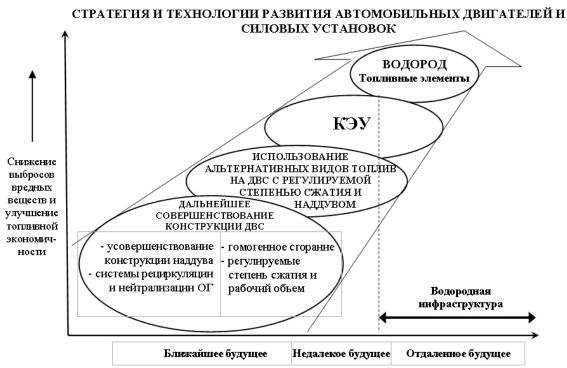


Рис.2 Стратегия и технологии развития автомобильных двигателей и силовых установок

Рассмотрим на фоне увеличивающегося объема производства ДВС — этапы и мероприятия по развитию конструкции двигателей и их систем. В настоящее время для городских условий многими производителями внедряется система стопстарт, и разрабатываются системы изменения степени сжатия, что дополнительно позволяет лучше и эффективнее использовать преимущество наддува на переходных процессах смесеобразования и сгорания, а так же существенно уменьшать расход топлива (на 20-25%) на малых нагрузках и скоростных режимах в условиях интенсивного городского движения.

Вопрос, связанный с необходимостью значительного снижения расхода топлива будет существовать всегда и поэтому появившиеся КЭУ следует рассматривать как одну из альтернативных конструкций силовых установок на базе ДВС. Двигателестроители частично уступают объемы производства своей отрасли электротехнической промышленности. В свое время они уступили химической промышленности, допустив ее к организации рабочих процессов нейтрализации ОГ из-за

неспособности двигателистов обеспечить экологически чистые процессы сгорания.

С точки зрения энергетических затрат модульная схема безусловно усложняется за счет автоматизированного сцепления, но она базируется на существующем хорошо отлаженном массовом производстве традиционного поршневого двигателя. Если сравнивать экономически, то модульная установка существенно дешевле для существующего производства, чем организация нового производства КЭУ. С электроприводом добавляется 250 килограмм к общему весу силовой установки автомобиля, а экономия топлива составляет те же 30-35%, что и в первом случае с модульной схемой на базе традиционного ДВС.

В мировой практике изобретений рассматриваются различные возможные варианты компоновки МСУ, и они доказывают необходимость активизации проведения этих работ одновременно с разработкой механизма автоматического изменения степени сжатия. Этот комплекс работ, проводимый в НАМИ с 1988 г., вошел в такую стадию, когда уже изготавливаются прототипы двигателей с переменной степенью сжатия для ВАЗа и других потенциальных производителей таких ДВС.

Хотим мы, или не хотим, воспринимать старые идеи в новом качестве, но сегодня уже вновь считается основным и важным направлением развитие работ по обеспечению гомогенного смесеобразования и гомогенного сгорания, что обеспечивает минимальные выбросы вредных веществ за счет полного сгорания углеводородов. Исследованиями в этом направлении в настоящее время активно занимаются практически все ведущие моторостроительные фирмы.

Происходящее в настоящее время существенное сближение конструкций и рабочих процессов бензиновых и дизельных технологий — открывает возможность создания универсальных многотопливных модификаций ДВС. Успешное решение вышеназванных проблем приводит нас к вопросу связанному с выбросами оксидов азота, который также помогает решать гомогенизация. На рис. 3 показано как на температуру продуктов сгорания и на снижение выбросов оксидов азота влияет коэффициент избытка воздуха - α и гомогенизация. [4]

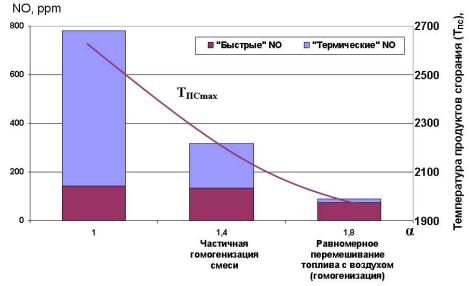


Рис.3 Влияние гомогенизации заряда на образование NO

На рис. 4 приведены значения затрачиваемых энергий в процессе полного жизненного цикла автотранспортного средства с двигателем принудительного зажигания или с воспламенением от сжатия. Как видим в процессе эксплуатации мы имеем наибольшие затраты энергии, что опять затрагивает острую необходимость решения проблемы экономии топлива и снижения выброса парниковых газов, а отсюда решение предстоящих проблем использования различных альтернативных видов топлива, ввиду того, что в ближайшие 30-50 лет иссякнет или закончится в конце концов нефть и ее производные.



Рис. 4 Энергия, затрачиваемая на осуществление отдельных стадий ПЖЦ АТС

Переходя от проблем связанных со снижением расхода традиционных топлив к проблемам использования альтернативных видов топлив, на рис.5 приведены характеристики выброса вредных веществ при работе на различных альтернативных топливах. В настоящее время мы уже имеем (рис. 6) в производстве и эксплуатации двухтопливные системы и в бензиновых и в дизельных двигателях.

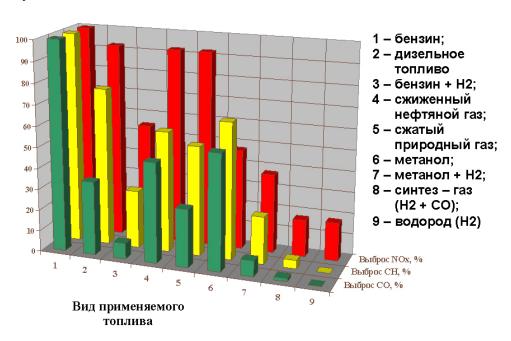
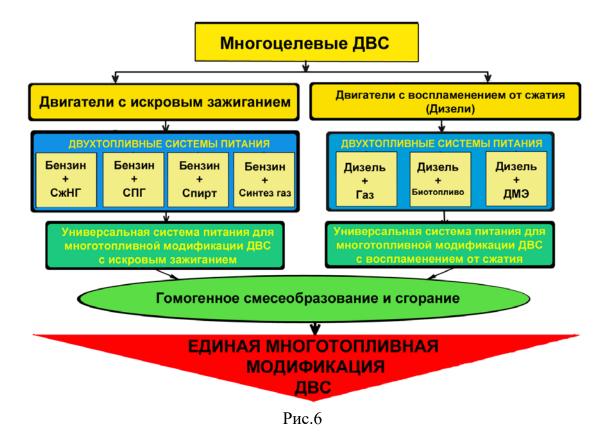


Рис.5 Снижение выбросов вредных веществ с отработавшими газами за счет использования альтернативных топлив

Поэтому хотим мы или не хотим, но решение этой проблемы по существу подводит нас к необходимости создания многотопливных модификаций бензиновых и дизельных двигателей внутреннего сгорания, а в перспективе к единой многотопливной модификации ДВС в составе КЭУ и в модульных схемах силовых установок с регулируемой степенью сжатия и рабочим объемом для конкурентоспособных автотранспортных средств с наилучшими эколого-экономическими характеристиками.



Литература:

- 1. Кутенёв В.Ф., Токарев А.А. Работы по улучшению топливной экономичности ATC / Автомобильная промышленность, 1988 г., №2, с. 3-4.
- 2. Ипатов А.А., Эйдинов А.А. / Электромобили и автомобили с комбинированными энергоустановками (КЭУ) / НАМИ М., 2004, с.328
- 3. Зленко М.А., Кутенев В.Ф. Двигатели с регулируемым рабочим объемом и степенью сжатия.: Учебное пособие / МАМИ М., 2006, с.118
- 4. Гиринович М.П. Исследование процессов образования оксидов азота при сгорании топлив в перспективных дизелях. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. М., 2006.

MODELING OF SOOT FORMATION IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Frolov S.M., Basevich V.Ya., Vlasov P.A., Skripnik A.A.

(Semenov Institute of Chemical Physics, 4, Kosigin Str., Moscow 119991 Russia)