

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ - ВАРНА
КАТЕДРА "ТРАНСПОРТНА ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ"

ФЕСТИВАЛЕН И КОНГРЕСЕН ЦЕНТЪР - ВАРНА

"ТРАНСПОРТ, ЕКОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ"

ДЕВЕТА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКА КОНФЕРЕНЦИЯ С
МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ



ЕКОВАРНА '2003
15 - 17 Май 2003

Организационният комитет изказва сърдечна благодарност за помощта оказана при провеждане на седмата научно-техническа конференция "Транспорт, екология - устойчиво развитие" на:

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИ СЪЮЗ - Варна

АВТОИНЖЕНЕРИНГ - Бургас

ЕКОГАЗ ООД - Варна

МОТОРКОНСУЛТ - Варна

НЕСИ - Варна

НИРА ТРАНС - Варна

"ТРАНСПОРТ, ЕКОЛОГИЯ - УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ"

Сборник доклади
2003

Рецензенти:

проф. д-р инж. Венелин Стоянов Севастакиев
проф. д.н. инж. Димитър Иванов Пилев

Том десети
ISBN - 954 - 20 - 00030

Научен редактор:
доц. д-р инж. Ангел Йорданов Димитров
Издателство ТУ-Варна

Содержание

1. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ НЕТРАДИЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Мищенко Николай Иванович д. т. н., проф., зав. каф. «Автомобили и двигатели» ДонНПУ; Тахтарь Георгий Иванович к. т. н. доц., проректор по внешним связям ХНАДУ Химченко Аркадий Васильевич ассистент каф. «Автомобили и двигатели» ДонНПУ;

Крамарь Сергей Николаевич ассистент каф. «Автомобили и двигатели» ДонНПУ.....5
2. ОЦЕНКА РЕСУРСА ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН, БЫВШИХ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Профессор, д-р техн. наук *А.В. Бажинюв*, инженер *Власенко Л.С.*, инженер *С.В. Мульгин* – Украина,

Харьковский государственный автомобильно-дорожный технический Университет..... 14

3. АВТОТРАНСПОРТ РОССИЙСКИХ ГОРОДОВ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ

В.Ю. Петров, д.т.н., проф., ректор ПГТУ

Я.И. Вайсман, д.м.н., проф., зав. каф. «Охрана окружающей среды»

М.Ю. Петухов, к.т.н., зав. каф. «Автомобили и автомобильное хозяйство»

М.Р. Якимов, ст. преподаватель каф. «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия 21

4. ЗАВИСИМОСТЬ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТРАТЫ ЗА ТРАНСПОРТНУЮ СКОРОСТИ ДО 50 км/ч НА КОЛЕСНИИ ТРАКТОР ТК-80

ст.н.с. д-р инж. Сисжан Божков, ст.н.с. д-р инж. Емануэл Бадриков

Институт по мелиорации и механизации – София.....28

5. ТУРБУЛЕНТНЫЙ МАССОПЕРЕНОС В КАТАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ

доц. канд. физ.-мат. наук Тропина А.А.

Украина, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет..... 35

6. ON THE K FACTOR EVALUATION FOR CRACKS DEVELOPED IN CRANKSHAFTS

Assoc. Prof. Ph.D eng. Stefan DIMITRIU

Assoc. Prof. Ph.D eng. Mihai ULEA

Strength of Materials and Vibrations Department

Transilvania University of Brasov, 2200 Brasov, Romania.....43

7. ЗАВИСИМОСТИ ЗА ПЕРИОДА НА ЗАДЕРЖАНИЕ НЕ ВЪЗПЛАМЕНЕННЕ НА АВТОМОБИЛНИ ДИЗЕЛОВИ ДВИГАТЕЛИ С НЕПОСРЕДСТВЕНО ВПРЪСКВАНЕ

Н.Иванов ТУ Варна.....47

8. ОПТИМИЗАЦИЯ МОЩНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ АВТОСЕРВИС

Доц. Дьяченко Г.В., проф. Гогайзель А.В., инж. Лукиско Н.В. – Украина, Восточноукраинский национальный университет, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет.....55

9. UČITAJ PRIMENE NOVIH MATERIJALA U CIQU ZADOVOQEWA PROPISA

dr Milan Milovanovi¹, prof. dr Milentije Stefanovi², mr Milosav Bojcevi¹, mr Vera Milovanovi¹

¹ Institut za automobile, Zastava, Kragujevac, Srbija

² Masinski fakultet Kragujevac, Srbija..... 64

10. OPTIMISATION OF SUPPORTS OF OPERATING AGGREGATE BY EXPERIMENTAL METHOD

Dipl.Eng. Radisavljevic M., Dr.-Eng. Milovanovic M.,

R.&D. Institute, Car factory Zastava, Kragujevac, Yugoslavia.

Prof. Dr.-Eng. Časnji F., Technical faculty, Novi Sad 71

11. ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДОВ

М.Ю. ПЕТУХОВ ХНАДУ.....78

Результаты работ по созданию перспективных двигателей внутреннего сгорания нетрадиционной конструкции

Мищенко Николай Иванович д. т. н., проф., зав. каф. «Автомобили и двигатели» ДонНТУ;

Тахтарь Георгий Иванович к. т. н. доц., проректор по внешним связям ХНАДУ

Химченко Аркадий Васильевич ассистент каф. «Автомобили и двигатели» ДонНТУ;

Крамарь Сергей Николаевич ассистент каф. «Автомобили и двигатели» ДонНТУ.

Аннотация

Описаны разработки нетрадиционных конструкций двигателей внутреннего сгорания для применения в автомобилях и малогабаритной технике, а именно: сфероидального; бесшатунного; с изменяемой степенью сжатия и с отдельной подачей свежего заряда. Особое внимание уделено созданию бесшатунного двигателя, который на сегодня представляет реальную альтернативу четырехтактным. Каждая из разработок может выполняться самостоятельно или все они могут быть реализованы в одной конструкции бесшатунного двигателя.

Введение

Современное состояние окружающей среды, запасов топливных ресурсов, вредного воздействия двигателя внутреннего сгорания (ДВС) на общество требует внесения существенных усовершенствований его конструкции и рабочего процесса. Эти усовершенствования связаны с уменьшением расхода топлива, снижением вредных выбросов и уменьшением вибрации и шума.

В докладе описаны исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию двигателей нетрадиционной конструкции применительно к ручному мотоинструменту и автомобилю, которые все еще продолжаются. К числу таких двигателей относятся сфероидальный, бесшатунный, с переменной степенью сжатия и с отдельной подачей свежего заряда.

Сфероидальный двигатель

Двигатель с искровым зажиганием разработан в двух вариантах – двухтактном с петлевой продувкой для ручной мотопилы и

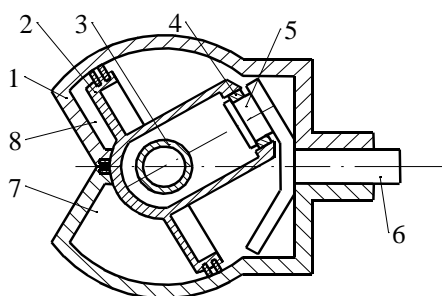


Рис. 1. Схема сфероидального двигателя:

четырёхтактном с клапанным газораспределением применительно к легковому автомобилю. На рис. 1 показана схема сфероидального двигателя (газовоздушные тракты и свеча зажигания не показаны).

В неподвижном сферическом

корпусе 1 размещен сфероидальный поршень 2, который шарнирно установлен на пальце 3, закрепленном в корпусе. В поршне имеется продольный паз, расположенный вдоль оси пальца. В пазу перемещается ползун 4, посаженный на кривошипную шейку 5 выходного вала 6. Сфероидальный поршень совершает возвратно-поворотное движение, образуя две рабочие камеры 7, 8 переменного объема, в которых осуществляются термодинамические процессы ДВС по двух- или четырехтактному циклу.

Общий вид двухтактного сфероидального двигателя показан на рис. 2. Двигатель имеет: радиус сферы 60 мм; угловой ход поршня 50 град; объем рабочей камеры 87 см³; степень сжатия 7; частоту вращения вала 6000 мин⁻¹.

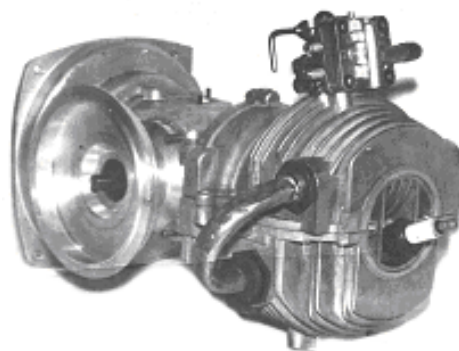


Рис. 2. Сфероидальный двигатель

Сфероидальный двигатель отличается простотой конструкции, малыми массогабаритными параметрами и низкой вибрацией. Однако, как показали эксперименты, двигатель имеет недостаточную надежность уплотнений. У сфероидального двигателя утечки свежей смеси примерно в 3...4 раза больше, чем у классического. Удельный расход топлива в сфероидальном двигателе на 10...15% выше, чем у двигателя мотопилы «Тайга-214» (Россия) и на 5...7% ниже по сравнению с двигателем Wankel. На малых нагрузках, сфероидальный двигатель работает неустойчиво из-за недостаточной надежности системы уплотнений и повышенных тепловых потерь в стенки камеры сгорания. Результаты выполненных работ позволяют заключить, что сфероидальный двигатель еще нуждается в технических усовершенствованиях.

Бесшатунный двигатель

Экспериментальные образцы бесшатунного двигателя созданы на базе двигателя мотопилы «Тайга-214». Бесшатунный двигатель (рис. 3) представляет собой двухвальный поршневой ДВС с кривошипно-кулисным механизмом (ККМ), в котором усилие от поршня 1 передается на коленчатые валы 2 через шток 3 и кулису 4, связанную с коленчатыми валами через ползуны 5. Коленчатые ва-

лы связаны между собой посредством двух одинаковых шестерен (на рис. 3 шестерни не показаны). С помощью противовесов в двигателе достигается полное динамическое уравнивание.

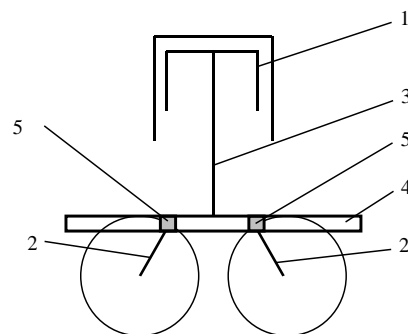


Рис. 3. Схема бесшатунного двигателя

В начальный период разработки быстро выяснилось, что конструкция ККМ с ползунами трения скольжения обеспечивает нормальную работу двигателя с системой смазки под давлением и является неработоспособной в условиях двухтактного двигателя с кривошипно-камерной продувкой, где смазка осуществляется примешиванием масла к топливу или с помощью лубрикатора.

Поэтому для двухтактного бензинового двигателя (рис. 4) разработан ККМ, имеющий вместо ползунов скольжения катки, которые катятся по направляющим кулисы без проскальзывания благодаря наличию так называемого механизма проворота катков. Механизм проворота выполнен в виде реечной зубчатой передачи, у которой зубчатое колесо 4 жестко соединено с катком 2, а рейка 5 – с кулисой 1.

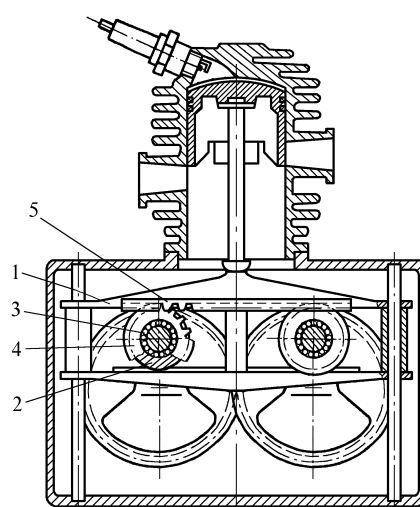


Рис. 4. Конструктивная схема бесшатунного двигателя

Каждый коленчатый вал имеет на кривошипном пальце по два катка, установленных на игольчатых подшипниках 3, причем один каток взаимодействует с верхней направляющей кулисы, а другой каток – с нижней направляющей кулисы.

На рис. 5 показан экспериментальный образец бесшатунный двигатель. Двигатель имеет: рабочий объем 75 см^3 ; степень сжатия 7; максимальную мощность 3 кВт при частоте вращения 7000 мин^{-1} ; удельный расход топлива при максимальной мощности $530 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}$. При стендовых испытаниях механический к. п. д. в бесшатунном двигателе получен равным $0,82\dots 0,86$ против $0,71\dots 0,76$ у

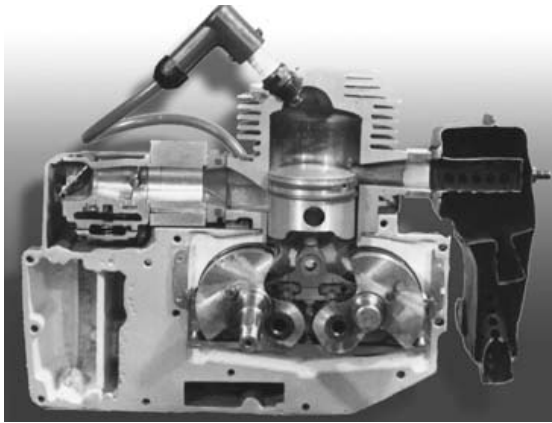


Рис. 5. Бесшатунный двухтактный двигатель

двигателя мотопилы «Тайга – 214».

Полученные экспериментальные данные (рис. 6) свидетельствуют о преимуществе бесшатунного двигателя по мощности и экономичности. Улучшения показателей бесшатунного двигателя связаны с наличием

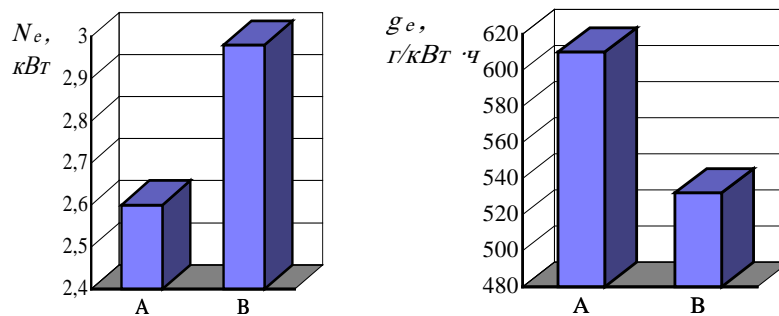


Рис. 6. Показатели двухтактных двигателей: *A* – классического; *B* – бесшатунного;

ККМ, обеспечивающего более высокий механический к. п. д. и лучшее протекание термодинамического цикла.

Исследования вибрации и шума показали, что в области наиболее опасных для человека частот 63...250 Hz уровни вибрации бесшатунного двигателя на 6...12 dB ниже, чем традиционного.

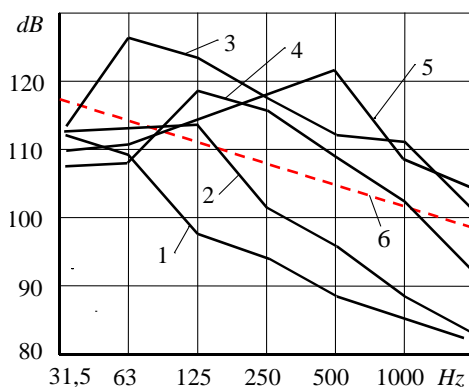


Рис. 7. Уровни виброскорости бензиномоторных пил: 1 – с бесшатунным двигателем; 2 – Тайга-214; 3 – STIHL 08; 4 – Husqvarna 10CD; 5 – Remington 55A; 6 – допустимые нормы на уровни вибрации, принятые в России

Как видно из рис. 7, вибрация мотопилы с бесшатунным двигателем ниже, чем у всех выпускаемых в настоящее время серийных мотопил. При работе пил в режиме максимальной мощности уровни шума: для пилы с бесшатунным двигателем – до 103 dB(A), а для остальных пил – свыше 106 dB(A).

Причиной уменьшения вибрации и шума опытной мотопилы

является то, что в бесшатунном двигателе силы инерции второго и высших порядков отсутствуют, а первого порядка полностью уравновешены с помощью противовесов на коленчатых валах.

Двигатель с переменной степенью сжатия

Двигатель с регулируемой степенью сжатия ε разработан на базе двухтактного экспериментального бесшатунного ДВС. В опытах ε изменялась в пределах от 7 до 17. Регулирование ε на частичных нагрузках привело к повышению экономичности на 20...25%, уменьшению выбросов с отработавшими газами углеводородов (СН) на 30...35% и снижению монооксида углерода (СО) в 1,5...3 раза. Это объясняется расширением пределов эффективного обеднения и улучшением процесса сгорания с ростом ε по мере снижения нагрузки двигателя. Изменение ε на частичных нагрузках приводит к увеличению оксидов азота (NO_x) в 2...3 раза, однако их эмиссия на порядок ниже, чем у четырехтактных бензиновых ДВС.

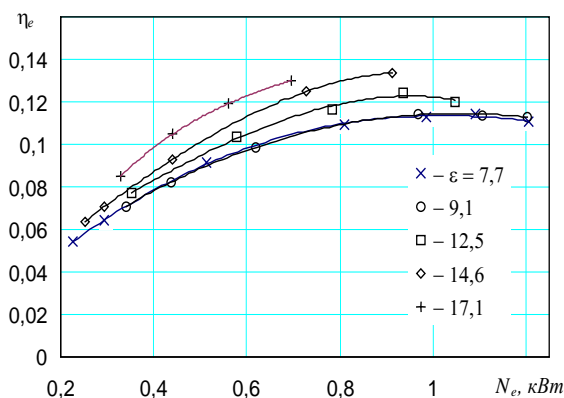


Рис. 8. Зависимость эффективного к. п. д. (η_e) бесшатунного двигателя от нагрузки (N_e) при различных степенях сжатия: $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$

Из опытов (рис. 8) следует, что в бесшатунном двигателе в отличие от классического эффективный к. п. д. повышается с ростом ε во всем диапазоне нагрузок. Это, связано с меньшим темпом роста механических потерь по мере увеличения ε .

Полученные данные показывают, что в бесшатунном двигателе степень сжатия на частичных нагрузках ограничивается не снижением η_e из-за роста механических потерь, а появлением детонации. Это дополнительно повышает экономичность бесшатунного двигателя по отношению к классическому ДВС с $\varepsilon = \text{var}$ на 10...15%.

Бесшатунный двигатель с $\varepsilon = \text{var}$ имеет другие преимущества перед традиционными ДВС с $\varepsilon = \text{var}$:

1. В бесшатунном двигателе конструктивно проще реализует-

ся переменная степень сжатия.

2. Устройство изменения ε является know-how, имеет высокую чувствительность и способность быстро реагировать на изменение режима работы двигателя.

3. Меньше затраты на изготовление и эксплуатацию бесшатунного двигателя вследствие более простой и надежной в работе конструкции устройства изменения степени сжатия.

Двигатель с раздельной подачей свежего заряда (ДРПЗ)

Экспериментальный двухтактный бензиновый ДРПЗ (рис. 9) создан на базе двигателя мотопилы «Тайга-214». В двигателе продувка цилиндра осуществляется чистым воздухом, а богатая горю-

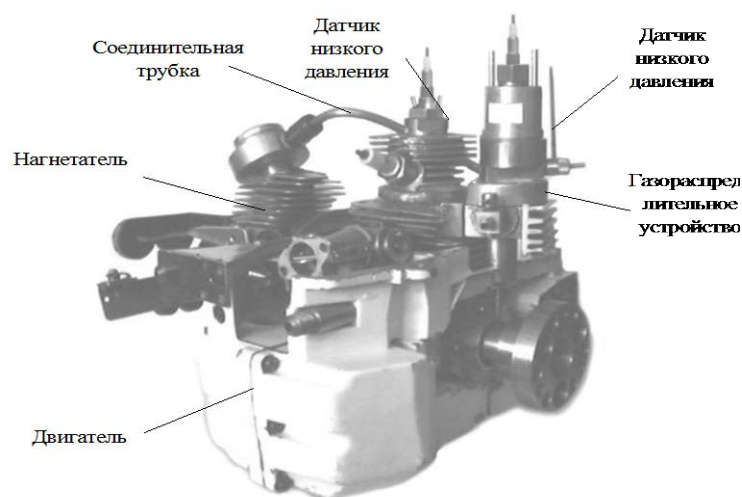


Рис. 9. Двигатель с раздельной подачей свежего заряда

чая смесь подается в зону свечи зажигания посредством дополнительного поршневого нагнетателя после закрытия выпускного окна. Управление подачей богатой смеси осуществляется газораспределительным устройством с цилиндрическим золотником, связанным с валом двигателя.

Экспериментальные исследования показали следующие результаты.

1. В цилиндре организуется глубокое расслоение рабочей смеси при работе двигателя на всех скоростных (n) и нагрузочных (N_e) режимах, результатом чего являются следующие его особенности:

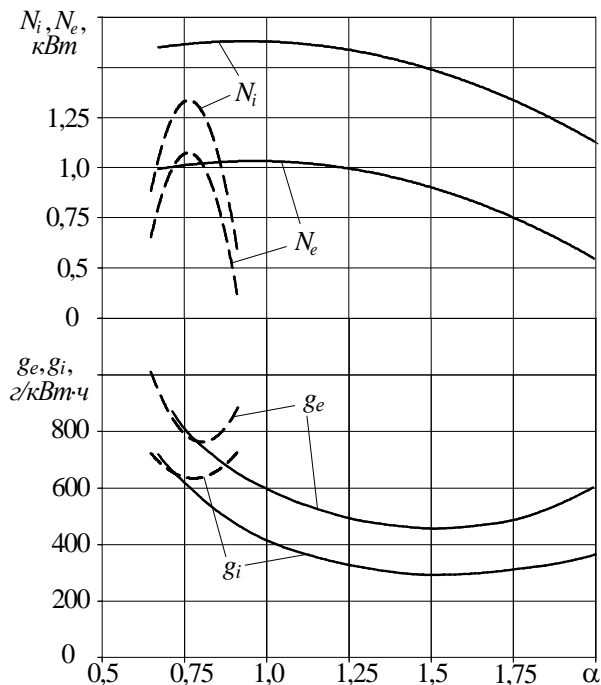


Рис. 10. Зависимость мощности и удельного расхода топлива от состава смеси: сплошная линия – ДРПЗ; пунктирная – классический ДВС;

- двигатель устойчиво работает при продувке чистым воздухом во всем двигателе N_e и n ;
- двигатель слабо реагирует на количество продувочного воздуха;
- на всех режимах работы двигателя не наблюдалась детонация.

2. ДРПЗ имеет широкий диапазон состава смеси, где происходит устойчивое сгорание (рис. 10). Это обусловлено расщеплением заряда, отсутствием потерь топлива

при газообмене и дозарядкой цилиндра богатой смесью, которая составляла 15...30% от количества продувочного воздуха.

На рис. 11 показаны токсические характеристики двигателя. Как видно, выбросы СН снижены в 5...6 раз и находятся на уровне

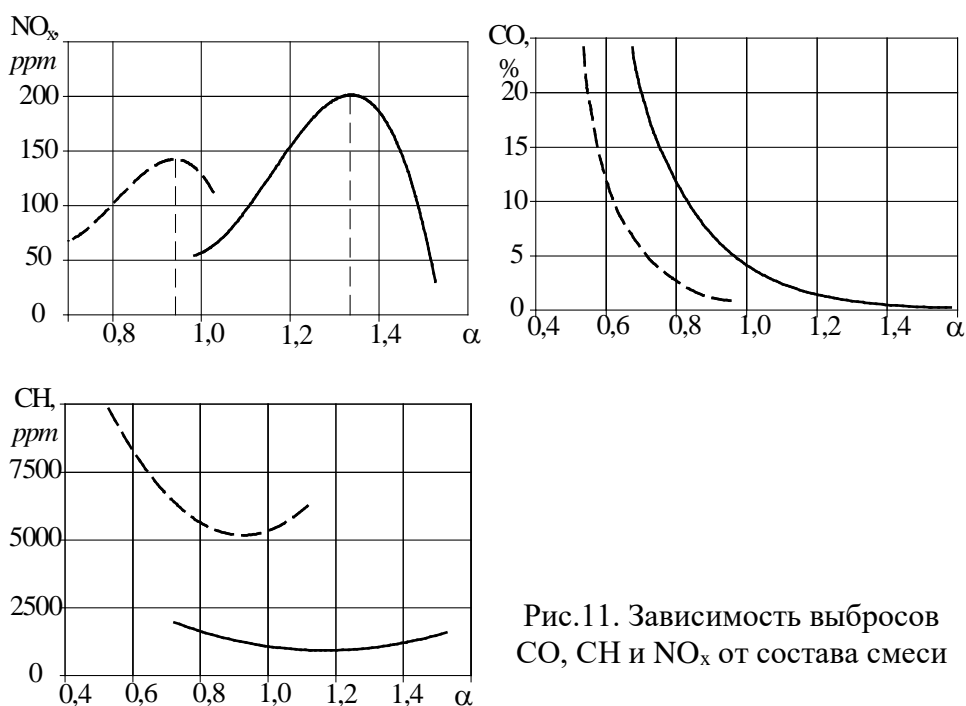


Рис.11. Зависимость выбросов CO, CH и NO_x от состава смеси

показателей бензиновых четырехтактных ДВС. Это связано с продувкой цилиндра чистым воздухом и расслоением заряда.

Наличие СО в зоне смесей с $\alpha > 1$ объясняется тем, что на момент воспламенения в камере сгорания формируется расслоенный заряд. В начальный период сгорает богатая смесь и в ней из-за недостатка кислорода образуется СО. Минимальная эмиссия СО составляет 0,2...0,5% и находится в зоне $\alpha = 1,45...1,55$.

Выбросы NO_x на 30% выше, чем у классического двухтактного двигателя, но гораздо ниже по сравнению с четырехтактным ДВС. Увеличение выбросов NO_x в ДРПЗ объясняется более высокими температурами сгорания.

ВЫВОДЫ

Разработка нетрадиционных двигателей позволила значительно улучшить характеристики ДВС по экономичности, токсичности, а также вибрации и шуму. Из всех рассматриваемых ДВС самым многообещающим является бесшатунный двигатель, характеризуемый следующими достоинствами.

1. Снижение расхода топлива и увеличение эффективной мощности более чем на 13 %.

2. Идеальная динамическая уравновешенность характеризуемая уменьшением вибрации на 6...12 *dB*.

3. Снижение механических потерь на 5...20 % и увеличение из-за отсутствия трения между поршнем и цилиндром.

4. Возможность реализации более простой и эффективной конструкции устройства изменения степени сжатия.

5. Достижение топливной экономичности свыше 30 % при реализации переменной степени сжатия.