

СРАВНЕНИЕ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОГО К.П.Д. И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВУХТАКТНЫХ И ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ ДВС

Двухтактные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) имеют более высокие удельные показатели по мощности, массе и объему в сравнении с четырехтактными двигателями. Однако при использовании внешнего смесеобразования они отличаются сравнительно высоким удельным эффективным расходом топлива (g_e) и соответственно низким уровнем эффективного к.п.д. (η_e), а также повышенным содержанием вредных веществ (ВВ) в отработавших газах (ОГ).

Современные требования по расходу топлива и выбросам ВВ с ОГ предопределяют совершенствование рабочего процесса ДВС. Эффективным способом повышения уровня η_e и сокращение выбросов ВВ в ОГ двухтактного двигателя с искровым зажиганием (ИЗ) является применение непосредственного впрыска топлива (НВТ) и организация внутреннего смесеобразования, что позволяет повысить степень сжатия (ϵ) и обеспечивает работу двигателя на частичных нагрузках с $\alpha_{цил} > 1$, что способствует повышению уровня η_e и сокращению выбросов ВВ в ОГ.

На базе дизельных ДВС для выполнения современных норм токсичности ОГ разрабатываются гибридные рабочие процессы с воспламенением топлива от сжатия и от ИЗ в зависимости от режимов работы двигателя.

Использование в гибридных рабочих процессах ДВС при сгорании жидких и газообразных топлив природного и искусственного происхождения с различными свойствами позволяет снизить содержание ВВ и продуктов полного сгорания в ОГ до минимального уровня.

Поэтому сравнение уровня η_e , учитывающего энергетическую ценность топлива, и экологических показателей двухтактных и четырехтактных ДВС при различных способах организации рабочего процесса, позволяет определить основные перспективные направления по дальнейшему повышению топливно-экологических показателей двигателей, что представляется актуальным.

Для сравнительной оценки уровня η_e и экологических показателей выбраны двухтактные и четырехтактные ДВС с воспламенением топлива от сжатия и с помощью искры зажигания.

Одним из эффективных способов применения НВТ в ДВС с ИЗ является организация рабочего процесса с расслоением обедненного топливовоздушного заряда (РОТВЗ). Для оценки топливно-экологических показателей используется двухтактный двигатель ДН-4М с ИЗ и механической системой НВТ.

Использование системы НВТ *E-TEC DI* в двухтактных двигателях с ИЗ позволяет качественно регулировать мощность и на частичных режимах работать с $\alpha_{цил}$ на уровне дизелей. Для оценки выбран двухтактный двигатель с ИЗ *UICSC GDI (Idaho DI 2S)*, который превосходит по расходу топлива и экологическим показателям двухтактные двигатели: *Rotax SDI 2S* и *Platteville*

SDI 2S и четырехтактные двигатели: *Duluth CSC Turbo 4S* и *Madison 4S EFI*, устанавливаемые также на снегоходах.

Применение электронной системы непосредственной подачи природного газа в цилиндр двухтактного двигателя с ИЗ позволяет исключить потери топлива при продувке, качественно смешать топливо с воздухом и повысить степень сжатия. Для оценки выбран двухтактный двигатель с ИЗ *Yamaha*.

Использование в бензиновых двигателях рабочего процесса с контролируемым автоматическим воспламенением топлива *Controlled Auto Ignition (CAI)* позволяет повысить давление сгорания до уровня дизеля, что способствует повышению экономичности. Для оценки используются результаты исследований фирмы *Ricardo* на четырехтактном двигателе *BMW* с регулируемой системой открытия и закрытия клапанов.

Использование рабочего процесса *NADITM (Narrow Angle Direct Injection)*, который представляет собой организацию двух режимов процесса сгорания: интенсивного сгорания предварительно подготовленной топливовоздушной смеси при низких и средних нагрузках *Highly Premixed Combustion (HPC)* и сгорании при НВТ на мощностных режимах. Для оценки используются результаты исследований одноцилиндрового и четырехцилиндрового четырехтактного дизеля двигателя со степенью сжатия 14 и 18 соответственно.

При организации рабочего процесса *Reactivity Controlled Compression Ignition (RCCI)* используется два вида топлива, что позволяет регулировать интенсивность сгорания и уровень образования оксидов азота. Для оценки используются результаты работы четырехтактного дизеля при впрыске бензина на впуске и дизельного топлива непосредственно в цилиндр двигателя.

Оценка уровня η_e и содержание ВВ в ОГ проводились по результатам экспериментальных исследований двигателей по нагрузочной характеристике.

На режимах минимальных и частичных нагрузок до $p_e = 0,4$ МПа наибольшие значения η_e соответствуют 36,5% двухтактному двигателю ДН-4М. В диапазоне средних нагрузок ($p_e = 0,42-0,63$ МПа) наибольшие значения η_e у четырехтактного дизеля (до $\eta_e = 36,5\%$) с процессом *RCCI*. На режимах максимальных нагрузок до $p_e = 1,2$ МПа наибольшие значения η_e соответствуют четырехтактному дизелю с процессом *NADITM* при $\varepsilon = 18$. Максимальный уровень $\eta_e = 38,5\%$ достигнут при $p_e = 1,1$ МПа.

Наименьшее содержание $CO = 0,71-4,37$ г/(кВт·ч) в ОГ на режимах частичных нагрузок до $p_e = 0,43$ МПа соответствует двухтактному двигателю *Yamaha* с электронной системой впрыска природного газа. В диапазоне нагрузок до $p_e = 1,2$ МПа минимальные значения $CO = 0,94-3,13$ г/(кВт·ч) в ОГ принадлежат четырехтактному дизелю с процессом *NADITM* при $\varepsilon = 18$.

На режимах частичных нагрузок до $p_e = 0,48$ МПа минимальные значения СН в ОГ зарегистрированы у двухтактного двигателя ДН-4М. С повышением нагрузки содержание СН в ОГ увеличивается от 0,176 до 1,187 г/(кВт·ч). В диапазоне средних нагрузок от $p_e \approx 0,5$ МПа до $p_e = 0,72$ МПа минимальные значения СН соответствуют дизелю с процессом *NADITM* при $\varepsilon = 14$. С повышением нагрузки до максимальных значений ($p_e = 1,2$ МПа) минимальное содержание СН в ОГ соответствует дизелю с процессом *NADITM* при $\varepsilon = 18$.