

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОЧЕГО ЦИКЛА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В СУДОВЫХ ДВС

А.Ф.Дорохов, С.А.Каргин, А.П.Исаев

Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань

Наиболее эффективными среди ДВС являются двигатели с внутрицилиндровым смесеобразованием и самовоспламенением образовавшейся рабочей смеси – дизели.

Практически все дизельные двигатели, выпускаемые промышленностью, работают при $\varepsilon = 16 \div 20$ и $\alpha = 1,3 \div 1,7$. Повышенная ε вызывает чрезмерное повышение p_z и T_z , а также «жесткости» процесса, рост механических и тепловых напряжений в деталях двигателя, что требует увеличения массы двигателя, и рост потерь мощности на преодоление сил трения, шум и вибрации. К утяжелению двигателя ведёт и необходимость его работы при повышенных α . Ограниченность времени, отводимого на смесеобразование в дизелях, приводит к задержке воспламенения и последующему почти взрывному. В результате сгорание не заканчивается с прекращением подачи топлива и наступает фаза догорания на линии расширения, что снижает КПД двигателя из-за повышения потерь теплоты и уменьшения степени расширения газов [1].

Для решения указанных проблем и создания ДВС, имеющего высокие технико-экономические показатели представляется рациональным следующий способ организации рабочего процесса: осуществить ввод части цикловой подачи топлива ($\approx 40\%$) при такте впуска во всасывающий тракт ДВС через дозирующее устройство (карбюратор), а оставшаяся часть должна быть впрыснута в цилиндр через форсунку в конце такта сжатия. Рабочий процесс осуществляется при термодинамически оптимальных значениях $\varepsilon = 10 \div 12$, а цикловая подача топлива рассчитывается исходя из значения $\alpha = 1,05 \div 1,1$. Двигатель оборудован системой принудительного воспламенения рабочей смеси, характерной для двигателей с внешним смесеобразованием. При реализации предлагаемого способа организации рабочего процесса время на смесеобразование для топлива, подаваемого во всасывающий тракт, увеличится более чем в 10 раз и к моменту подачи искры в цилиндре образуется однородная топливовоздушная смесь, хорошо подготовленная к сгоранию, а скорость распространения фронта пламени будет зависеть лишь от степени обогащения смеси вторичным топливом [2]. Для реализации потенциальных возможностей нового процесса необходимо выполнить ряд исследований, которые уже проводятся на опытном двигателе, изготовленном на базе судового дизеля 2Ч 9,5/11. Установка смонтирована в лаборатории тепловых двигателей кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет».

Для того чтобы полностью выявить предполагаемые достоинства или недостатки предлагаемой технологии организации рабочего процесса проводились сравнительные испытания двигателя, работающего по трем рабочим процессам: с комбинированным смесеобразованием и принудительным воспламенением, с комбинированным смесеобразованием и воспламенением от сжатия и по дизельному. Испытания проводились со снятием индикаторных диаграмм и дальнейшей их обработкой. Сравнение параметров и показателей трех типов двигателей производилось на одних и тех же цилиндрах, что дает высокую точность сравнения [3].

Для измерения давления внутри цилиндра при работе двигателя были использованы пьезоэлектрические датчики давления конструкции ЦНИДИ и НАМИ, которые устанавливались при помощи резьбовых втулок-ввертышей на место штатных свечей накалывания. Датчик конструкции НАМИ объединен с искровой свечой зажигания и использовался при испытании двигателя, работающего по рабочему процессу с комбинированным смесеобразованием и принудительным воспламенением. Для двух других процессов использовался датчик конструкции ЦНИДИ [4].

Сигнал, вырабатываемый датчиком, регистрировался при помощи электронного осциллографа: программного продукта «Spectra PLUS – FFT Spectral Analysis System» производства Sound technology. Inc., установленного на персональный компьютер. В качестве аналого-цифрового преобразователя используется звуковую карту. Для удобства

обработки полученных диаграмм двигатель оборудован отметчиком ВМТ. Запись сигналов датчика давления и отметчика производилась в течение всего эксперимента. Высокая длительность записи сигнала способствует повышению точности снимаемых диаграмм, позволяя усреднить большое количество циклов.

Испытания проводились при работе двигателя по нагрузочной характеристике. Полученные в результате проведенных экспериментов индикаторные диаграммы представлены на рисунке 1.

Анализируя индикаторную диаграмму двигателя, работающего по рабочему процессу с комбинированным смесеобразованием и принудительным воспламенением (см. рисунок 1, а), можно отметить, что процесс сгорания четко разделен на две стадии: изохорное сгорание (участок $c - z_1$), характерное для двигателей с внешним смесеобразованием, смешанное сгорание (участок $z_1 - z_2$), характерное для современных дизелей [4, 5].

Анализируя индикаторную диаграмму двигателя, работающего по рабочему процессу с комбинированным смесеобразованием и воспламенением от сжатия (см. рисунок 1, в), можно отметить следующее:

- данная индикаторная диаграмма имеет наибольшую из рассматриваемых площадь, а значит, процесс обладает наибольшей индикаторной работой;
- повышение максимального давления сгорания на данном режиме работы не критическое.

Показатели рабочих циклов двигателей

Таблица 1

Показатель	Дизель	Двигатель с комбинированным смесеобразованием и принудительным воспламенением	Двигатель с комбинированным смесеобразованием и воспламенением от сжатия
Эффективная мощность, N_e , кВт	8,95	10,19	9,75
Среднее индикаторное давление, p_i , МПа	0,602	0,628	0,872
Среднее эффективное давление, p_e , МПа	0,459	0,523	0,500
Максимальное давление сгорания, p_z , МПа	5,930	3,800	6,095
Эффективный удельный расход топлива, g_e , кг / (кВт · ч)	0,273	0,327	0,306

В таблице 1 представлены основные показатели циклов трех типов двигателей.

В связи с повышением удельной мощности двигателей с комбинированным смесеобразованием, снижением токсичности отработавших газов (снижение выбросов NO и NO_x на 10 % по сравнению с дизельным двигателем) можно говорить о повышении конкурентоспособности двигателей, работающих с комбинированным смесеобразованием.

Библиографический список:

1. Дорохов А. Ф., Каргин С. А. Анализ возможностей повышения технического уровня поршневых ДВС // НТК «Проблемы динамики и прочности исполнительных механизмов и машин. Материалы научной конференции. – Астрахань: АГТУ. – 2002. – с. 309 – 312.
2. Каргин С. А. Аналитическое и расчётное обоснование рабочего процесса ДВС с комбинированным смесеобразованием и принудительным воспламенением // «XV Юбилейная Интернет-конференция молодых учёных, аспирантов и студентов по современным проблемам машиноведения». Сборник тезисов, Институт машиноведения РАН, 2003 г.
3. Каргин С. А., Исаев А. П. Анализ индикаторных диаграмм для различных способов организации рабочего процесса // «XVII Интернет-конференция молодых учёных, аспирантов и студентов по современным проблемам машиноведения». <http://imash.ru/conf/mega/2005/beg/doks/004/pps>, Институт машиноведения РАН, 2005 г.
4. Дорохов А. Ф., Каргин С. А., Исаев А. П. Расчетный и экспериментальный анализ показателей рабочего процесса при различных способах организации рабочего процесса // Международная НТК «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств». Материалы научно-технической конференции. – Пенза: АДИ ПГУАС. – 2006. – с. 309 – 312.
5. Дорохов А. Ф., Каргин С. А., Исаев А. П. Расчетный и экспериментальный анализ

показателей рабочего процесса для различных способов организации рабочего процесса в ДВС // Вестник АГТУ.– Астрахань:Издательство АГТУ, 2006. – № 2 (31). – с. 196 – 201.

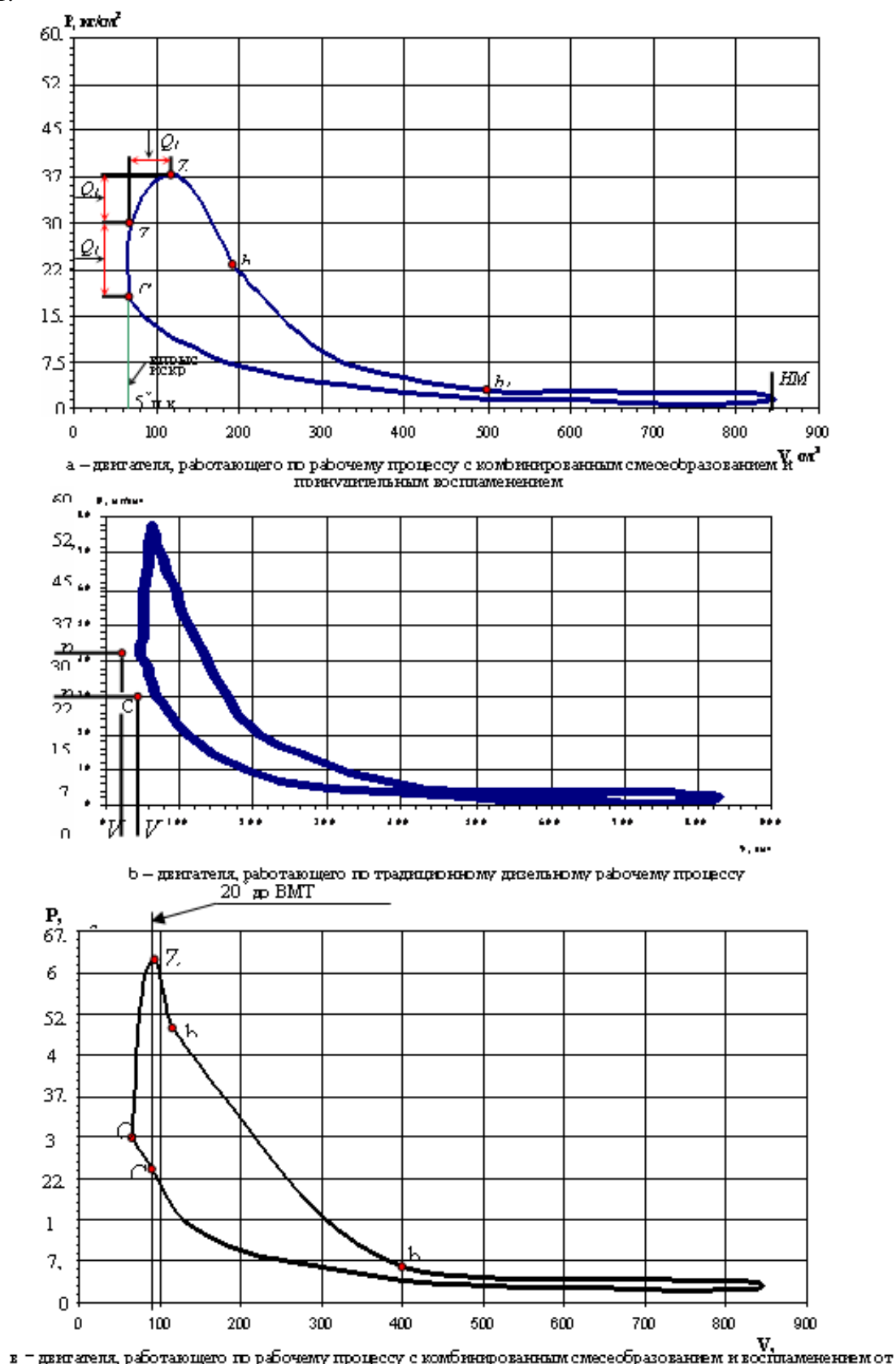


Рисунок 1 – Экспериментальные индикаторные диаграммы