

# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И МАШИННО-ДВИЖИТЕЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ

УДК 621.431.74

*И. А. Анкаров, К. К. Колосов*

## ВНЕШНИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ В МАЛОРАЗМЕРНЫХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ

*I. A. Apkarov, K. K. Kolosov*

## EXTERNAL INDICATORS OF VARIOUS METHODS OF MIXTURE FORMATION IN SMALL MARINE DIESEL ENGINES

Представлена экспериментальная моторная установка на базе судового малоразмерного дизеля 2Ч 9,5/11, позволяющая проводить экспериментальные исследования газодизельного цикла при его организации в данном дизеле при различных формах камеры сгорания. Представлены результаты экспериментальных исследований внешних показателей работы судового дизеля 2Ч 9,5/11 при различных способах смесеобразования (вихрекамерный дизель и дизель с камерой сгорания типа ЦНИДИ, расположенной в поршне). Результаты представлены при работе двигателей по винтовой и нагрузочной характеристикам. Проведен анализ полученных результатов, которые будут использованы в дальнейшем в качестве отправной точки для сравнения при исследованиях газодизельного цикла.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, судовые дизели, газодизельный цикл, вихрекамерное смесеобразование, камера сгорания типа ЦНИДИ.

An experimental motor installation is presented on the base of a small – sized marine diesel 2CH 9.5/11, allowing to conduct experimental studies of a gas-diesel cycle at its organizations in the given diesel at different forms of the combustion chamber. The paper shows the results of the experimental studies of external factors of the functioning of the marine diesel 2CH 9.5/11 at different ways of mixture formation (swirl-chamber diesel and diesel with the combustion chamber of the type CDRI, located in the piston). The results are presented at engines functioning on screw and load characteristics. The analysis of the received results is given. These results will be later used as a starting point for comparison at the investigation of a gas-diesel cycle.

**Key words:** internal combustion engine, marine diesel, gas-diesel cycle, swirl-chamber mixture formation, combustion chamber of the type CDRI (central diesel research institute).

Одно из перспективных направлений поисковых работ по совершенствованию организации рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания (ДВС) – конвертация дизельного ДВС в газодизель. Цикловая подача дизельного топлива уменьшается до запальной дозы (в пределах 10÷45 % от общей цикловой подачи), остальное компенсируется газозоудшной смесью, поступающей через впускной коллектор. Привлекательные возможности использования в дизелях газообразного углеводородного топлива с позиций экономической и экологической целесообразности широко подчеркиваются отечественными и зарубежными исследователями.

Для экспериментальной отработки и всесторонней оценки показателей опытного образца двигателя необходимо провести комплексные экспериментальные исследования, включающие в себя снятие внешних показателей, теплораспределительных характеристик, исследование внутрицилиндровых процессов, а также оценку степени экологической безопасности.

Для создания отправной точки, позволяющей проводить сравнение и выявление характерных особенностей, достоинств и недостатков газодизельного цикла, в лаборатории тепловых двигателей кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники» Астраханского государственного технического университета были проведены два цикла комплексных экспери-

ментальных исследований серийного дизеля 2Ч 9,5/11 с двумя типами смесеобразования: вихрекамерным и объемно-пленочным (с камерой сгорания типа ЦНИДИ). Готовятся экспериментальные исследования судового дизеля типа 2Ч 9,5/11, работающего по газодизельному циклу.

По окончании цикла исследований двигателя с вихрекамерным смесеобразованием для обеспечения другого вида смесеобразования производится замена поршневой группы и головки цилиндров, а также форсунок. Сравнение всех видов организации рабочего процесса (вихрекамерный дизель, дизель с камерой сгорания в поршне, вихрекамерный газодизель, газодизель с камерой сгорания в поршне) производится на одном двигателе, т. е. рабочие цилиндры и системы двигателя остаются неизменными в каждом цикле исследований, что позволяет получить высокую точность сравнения.

Для обеспечения возможности регистрации внутрицилиндровых показателей в обоих циклах исследований головки цилиндров оборудованы датчиками динамического давления. Способы их установки в головку цилиндра каждого типа двигателя подробно описаны в [1, 2]. После комплекса экспериментальных исследований полученные результаты были обработаны и проанализированы. Полученные при проведении индизирования двигателей индикаторные диаграммы обрабатываются с целью получения свернутых индикаторных диаграмм. Обработка производится с применением метода Брикаса [3, 4], позволяющего установить связь между углом поворота коленчатого вала и объемом цилиндра  $V$  (ходом поршня  $S$ ).

Полученные параметры работы по нагрузочным и винтовым характеристикам представлены на рис. 1–4.

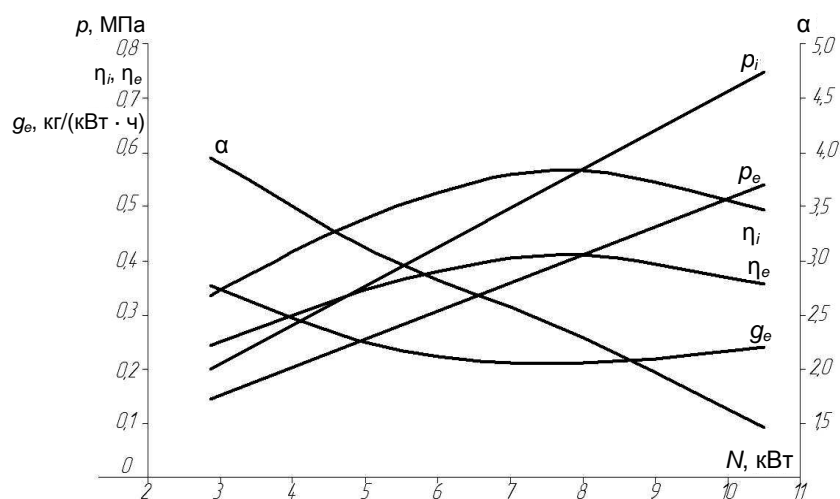


Рис. 1. Нагрузочная характеристика дизеля с вихревой камерой сгорания

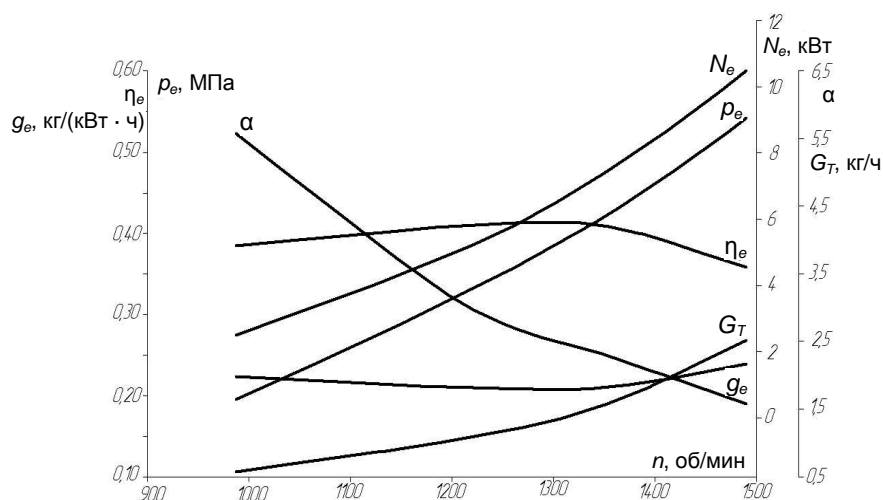


Рис. 2. Винтовая характеристика дизеля с вихревой камерой сгорания

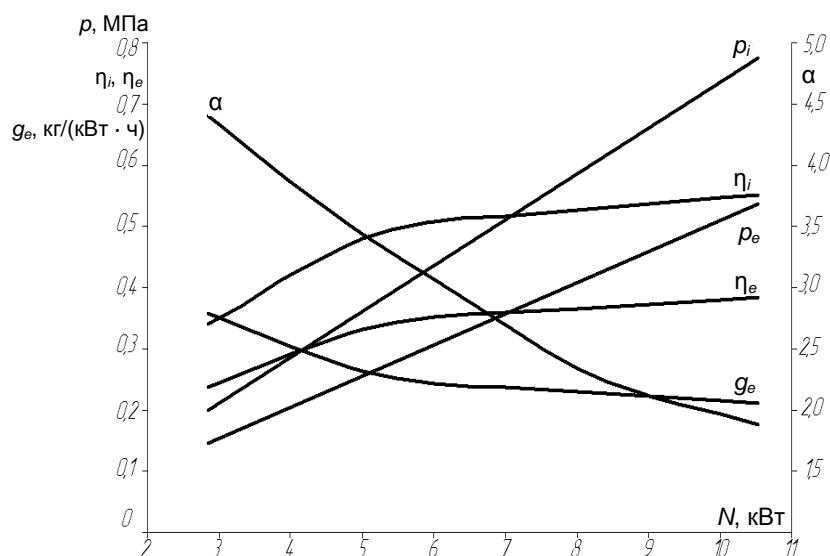


Рис. 3. Нагрузочная характеристика дизеля с камерой сгорания в поршне

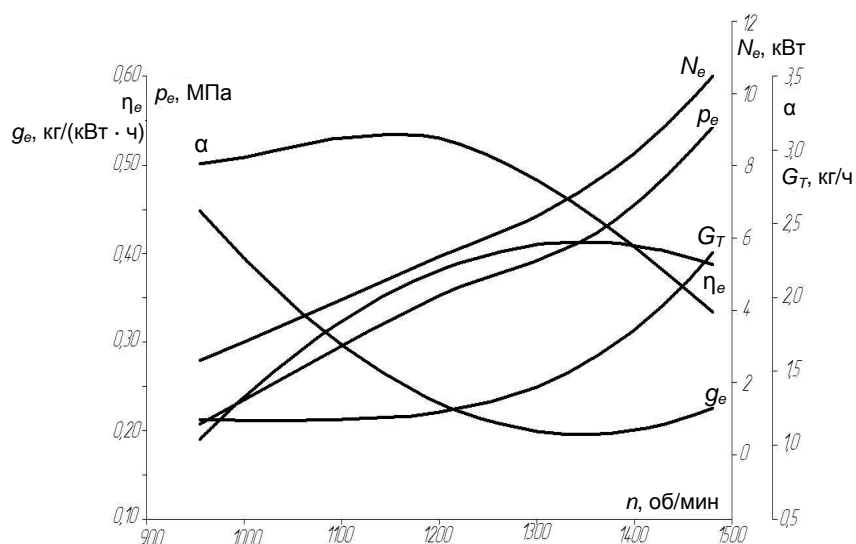


Рис. 4. Винтовая характеристика дизеля с камерой сгорания в поршне

Полученными экспериментальными данными подтверждаются известные теоретические положения [4–6]. Сводные данные об основных параметрах работы двигателей на номинальных режимах работы, полученные после обработки экспериментальных данных, представлены в таблице.

**Основные параметры работы двигателей**

Параметр работы	Камера сгорания	
	вихревая	в поршне
Эффективная мощность, $N_e$ , кВт	10,50	10,48
Индикаторная мощность, $N_i$ , кВт	14,51	15,09
Мощность механических потерь, $N_m$ , кВт	4,02	4,61
Среднее эффективное давление, $p_e$ , МПа	0,542	0,543
Среднее индикаторное давление, $p_i$ , МПа	0,749	0,782
Максимальное давление сгорания, $p_z$ , МПа	6,753	7,39
Давление в конце сжатия, $p_c$ , МПа	3,727	4,277
Удельный эффективный расход топлива, $g_e$ , кг/(кВт·ч)	0,240	0,222
Эффективный КПД, $\eta_e$	0,358	0,388
Индикаторный КПД, $\eta_i$	0,496	0,558
Коэффициент избытка воздуха, $\alpha$	1,47	1,89
Механический КПД, $\eta_m$	0,723	0,695

При анализе таблицы можно заметить, что двигатель с камерой сгорания в поршне имеет большие механические потери, что вызвано большим значением максимального давления сгорания. Это подтверждалось также и в ходе эксперимента буквально на слух – вихрекамерный дизель отличался более мягкой работой, однако увеличивались тепловые и аэродинамические потери из-за большей относительной поверхности камеры сгорания, а значит, повышенной площади теплоотдачи, что и приводит к снижению давления в конце процесса сжатия. Кроме того, указанные факторы приводят к увеличению расхода топлива, что видно из таблицы.

Таким образом, анализ полученных экспериментальных данных подтвердил современные тенденции мирового двигателестроения к почти повсеместному отказу от разделенных камер сгорания ввиду их низкой топливной экономичности, несмотря на их высокие экологические показатели.

Полученные результаты являются своеобразной исходной точкой для сравнения с будущими результатами экспериментальных исследований газодизельного цикла при данных формах камеры сгорания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каргин С. А., Исаев А. П.* Метод индицирования малоразмерных дизелей // Материалы Междунар. науч.-практ. конф. «Прогресс транспортных средств и систем», 13–15 октября 2009 г., г. Волгоград. Ч. 1. – Волгоград: Изд-во ВолГТУ, 2009. – С. 261–262.
2. *Исаев А. П., Колосов К. К.* Метод индицирования судовых малоразмерных дизелей // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2009. – № 2. – С. 155–162.
3. *Двигатели* внутреннего сгорания / под ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – Т. 1. – 328 с.
4. *Теория* двигателей внутреннего сгорания / под ред. проф., д. т. н. Н. Х. Дьяченко. – Л.: Машиностроение, 1974. – 552 с.
5. *Ленин И. М.* Теория автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Машиностроение, 1969. – 368 с.
6. *Ваншейдт В. А.* Судовые двигатели внутреннего сгорания. – Л.: Судостроение, 1977. – 391 с.

Статья поступила в редакцию 11.07.2011

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Апкаров Идрис Агамович** – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»; тел.: 8 (8512) 614-166.

**Апкаров Idris Adamovich** – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Shipbuilding and Energetic Complexes of Sea Technological Equipment"; tel. 8 (8512) 614-166.

**Колосов Константин Константинович** – Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры «Судостроение и энергетические комплексы морской техники»; тел.: 8 (8512) 614-166.

**Kolosov Konstantin Konstantinovich** – Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department "Shipbuilding and Energetic Complexes of Sea Technological Equipment"; tel. 8 (8512) 614-166.