

УДК 621.436-3

А.В. Грицюк, канд. техн. наук, В.И. Пеленейченко, д-р техн. наук, П.Я. Перерва, канд. техн. наук, М.Н. Лылка, инж.

ВЫБОР ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ БЫСТРОХОДНОГО ЧЕТЫРЁХТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ ТИПА 4ДТНА

Важнейшей задачей, стоящей перед двигателестроением является создание высокоэкономичных, надежных и долговечных двигателей внутреннего сгорания.

Одним из направлений ее решения является создание и освоение производства четырехтактных дизелей с высокими технико-экономическими показателями, а также дальнейшее развитие мощностных рядов существующих дизелей, осуществляемое, главным образом, на основе повышения уровней форсирования по среднему эффективному давлению.

Одним из новых направлений деятельности Казённого предприятия "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" является разработка быстроходных малоразмерных четырехтактных дизелей серии ДТ (ЧН 8,8/8,2) автотракторного назначения мощностью от 11 до 66 кВт. Это рядные, вертикальные дизели жидкостного охлаждения с вихрекамерным смесеобразованием в 2-х, 3-х и 4-х цилиндровом исполнении. Для выполнения жестких современных требований по экологическим показателям автомобильных дизелей в настоящее время в КБ разработана конструкция 4-х цилиндрового дизеля нового поколения мощностью 81 кВт (110 л.с.) с непосредственным впрыскиванием топлива с использованием современных аккумуляторных топливных систем и электронного управления процессом топливopодачи.

Для получения высоких технико-экономических и экологических показателей в рассматриваемом дизеле наряду с проводимыми научно-исследовательскими работами по улучшению процессов смесеобразования, сгорания, теплопередачи,

характеристик агрегатов газотурбинного наддува, весомая роль отводится улучшению газообменных процессов в цилиндрах дизеля. Качественное протекание процесса очистки и наполнения цилиндра воздухом зависит, главным образом, от величины проходного сечения газораспределительных органов и продолжительности их открытия.

Увеличение проходных сечений обычно ограничено размерами цилиндра, а продолжительность открытия определяется фазами газораспределения, т.е. моментами открытия и закрытия впускных и выпускных органов (клапанов). От фаз газораспределения зависят не только показатели качества очистки и наполнения цилиндра, а также величина работы, затрачиваемая на осуществление газообмена (насосные потери).

Фазы газораспределения зависят от частоты вращения коленчатого вала, степени форсирования двигателя, характеристик агрегатов газотурбинного наддува, условий (сопротивлений) на впуске и выпуске двигателя и т.д. Поэтому выбор рациональных фаз газораспределения является актуальной и важной научно-технической задачей.

В предложенной работе приведены результаты расчетного исследования по выбору рациональных фаз газораспределения нового автомобильного четырехтактного малоразмерного дизеля 4ДТНА2 мощностью $N_e = 81$ кВт при частоте вращения коленчатого вала $n = 4200$ мин⁻¹.

В дизеле используется газотурбинный наддув (степень повышения давления на номинальном режиме $\pi_K = 2,32$) с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха (характеристики холодильника:

$E_{OX} = 0,75$; $\sigma_{OX} = 0,98$), а также четырёхклапанная головка цилиндров с тангенциальным и вихревым каналами на впуске.

Расчеты выполнялись для режима номинальной мощности при нормальных атмосферных условиях и сопротивлении на всасывании $H_{BC} = -5$ кПа, на выпуске $\Delta p_r = 10$ кПа. Исследования проводились при

условии постоянной мощности, а эффективность вариантов регулировки фаз газораспределения оценивалась по изменению удельного расхода топлива (g_e) и температуры выпускных газов перед турбиной (T_T).

Результаты расчетов представлены в таблицах 1 и 2 и в виде графиков на рисунках 1...4.

Таблица 1. Результаты расчетов влияния фаз газораспределения на параметры дизеля 4ДТНА2 при постоянных фазах впуска (15 – 35° п.к.в.)

Параметры	Фазы выпуска (открытие-закрытие клапана), град									
	0-10	20-10	40-10	60-10	80-10	100-10	60-0	60-20	60-30	60-40
g_e , г/л.с.ч	273,2	261,6	255,7	253,0	253,5	254,9	254,5	254,3	255,5	258,0
$N_{H.X.}$, кВт	13,48	9,07	6,86	6,09	6,03	6,10	7,10	5,80	5,44	4,93
γ_{OCT} , %	3,26	3,39	3,44	3,46	3,50	3,52	3,88	3,97	5,04	6,62
G_6 , кг/с	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,144	0,141	0,138	0,134
T_T , К	1037	988	965	954	959	967	970	967	974	995

Таблица 2. Результаты расчетов влияния фаз газораспределения на параметры дизеля 4ДТНА2 при постоянных фазах выпуска (60 – 10° п.к.в.)

Параметры	Фазы выпуска (открытие-закрытие клапана), град							
	5-35	15-35	25-35	35-35	15-15	15-25	15-45	15-55
g_e , г/л.с.ч	254,2	253,0	257,0	263,8	255,0	253,4	252,2	252,0
$N_{H.X.}$, кВт	6,35	6,09	5,89	5,73	5,95	6,04	6,10	6,11
γ_{OCT} , %	3,21	3,46	4,29	5,77	3,47	3,48	3,45	3,45
G_6 , кг/с	0,142	0,143	0,143	0,141	0,138	0,142	0,143	0,143
T_T , К	960	954	972	1004	962	956	951	950

Из рис.1 видно, что рациональное значение угла начала открытия выпускного клапана (ϕ_1) равно 60° п.к.в. до НМТ. С уменьшением угла сокращается время-сечение выпускного клапана, что приводит к увеличению энергетических затрат на принудительную очистку цилиндра от отработавших газов (росту мощности насосных ходов $N_{H.X.}$) и, следовательно, повышению удельного расхода топлива. Открытие выпускного клапана раньше 60° п.к.в. приводит к росту потери индикаторной работы в цилиндре двигателя и, вследствие этого, также к увеличению удельного расхода топлива. Потери мощности на насосные хода при этом практически не уменьшаются.

Ярко выраженного оптимума по температуре выпускных газов перед турбиной при изменении угла начала открытия выпускного клапана нет. Слабо выраженный оптимум наблюдается в районе 50...70° п.к.в.

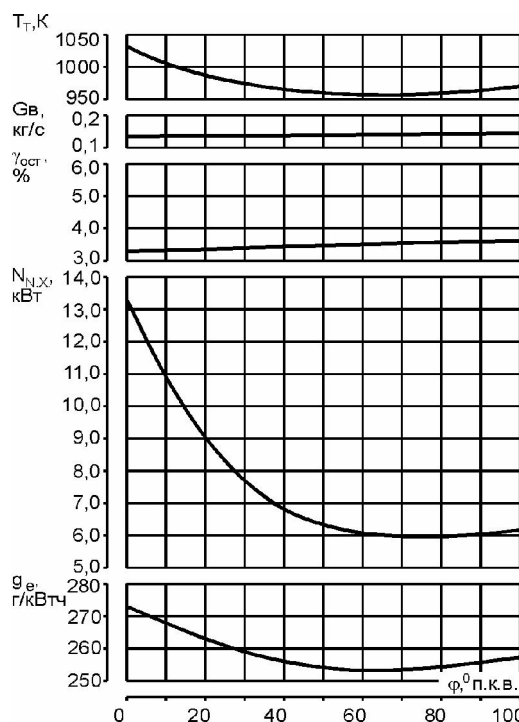


Рис. 1. Влияние угла начала открытия выпускного клапана на параметры дизеля 4ДТНА2 на номинальном режиме

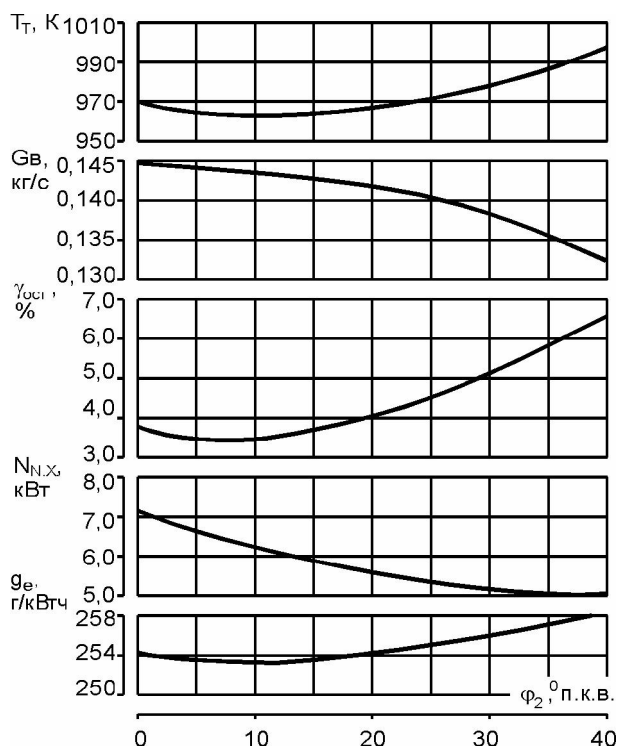


Рис. 2. Влияние угла закрытия выпускного клапана на параметры дизеля 4ДТНА2 на номинальном режиме

Анализ влияния угла закрытия выпускного клапана на параметры двигателя показал (рис. 2), что угол запаздывания закрытия должен быть не более 10^0 п.к.в. после ВМТ. С увеличением полученного значения резко повышается коэффициент остаточных газов $\gamma_{ост}$ вследствие заброса отработавших газов из выпускного патрубка в цилиндр, т.к. в рассматриваемом дизеле отношение давления наддувочного воздуха (p_K) к давлению в выпускном патрубке (p_T) составляет $p_K / p_T < 1$ (по условиям совместной работы компрессора, турбины и поршневой части дизеля, указанное отношение на расчетном режиме составляет $\approx 0,9$). Увеличение $\gamma_{ост}$ приводит к уменьшению расхода воздуха (понижению коэффициента наполнения) и, как следствие, к снижению индикаторного кпд рабочего цикла.

Уменьшение запаздывания закрытия выпускного клапана от оптимального его значения приводит к снижению времени-сечения для истечения газов из цилиндра в конце процесса выпуска, что неблаго-

приятно начинает влиять на качество очистки цилиндра от продуктов сгорания (увеличивается $\gamma_{ост}$) и одновременно увеличивает потери мощности на насосные хода (рис. 2).

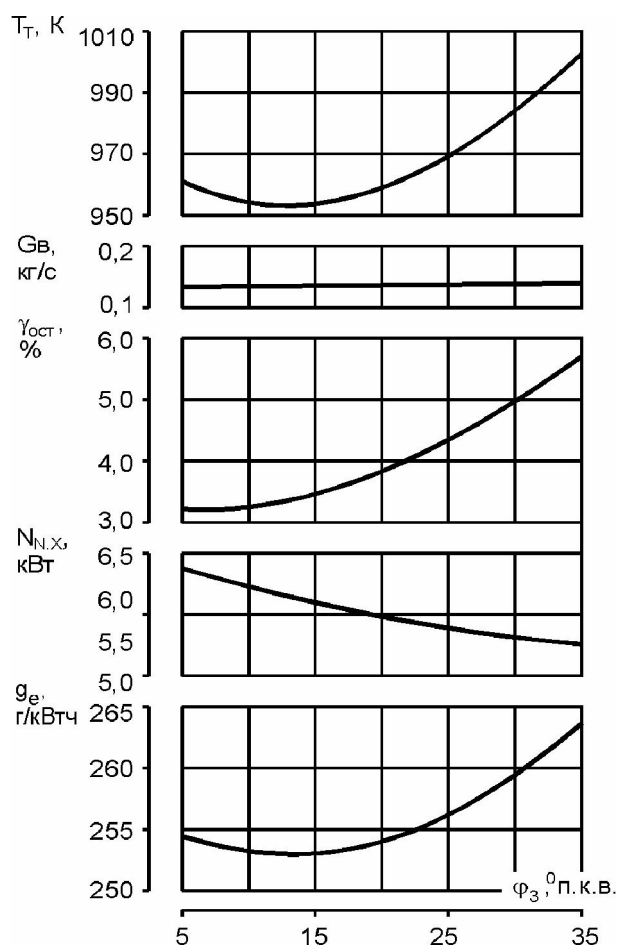


Рис. 3. Влияние угла открытия впускного клапана на параметры дизеля 4ДТНА2 на номинальном режиме

Для фаз пуска наилучшие показатели газообмена получены при начале открытия впускного клапана (ϕ_3) с предварением (т.е. до прихода поршня в ВМТ) не более 15^0 п.к.в. (рис. 3). Увеличение угла предварения открытия впускного клапана $\phi_3 > 15^0$ п.к.в. оказывает отрицательное влияние на процесс очистки и наполнения цилиндра, т.к. при этом продукты сгорания из цилиндра забрасываются во впускной патрубок (в рассматриваемом дизеле, как было указано выше, $p_K / p_T < 1$), что приводит к увеличению коэффициента остаточных газов $\gamma_{ост}$.

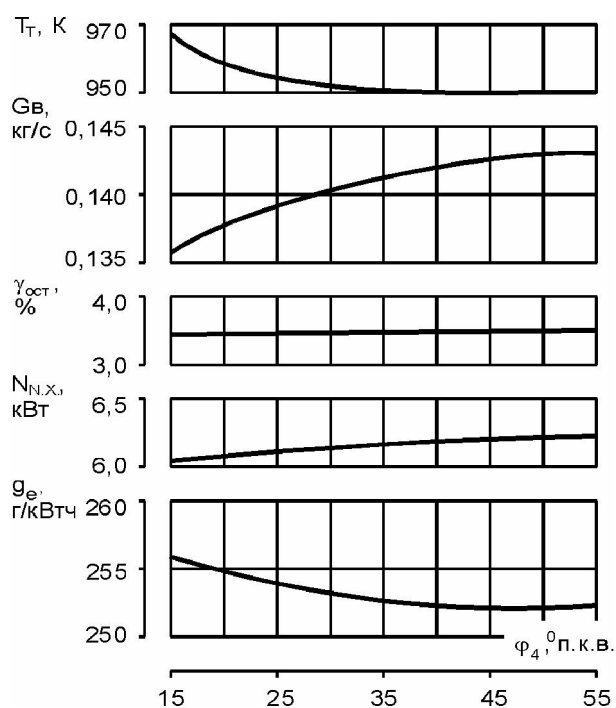


Рис. 4. Влияние угла закрытия впускного клапана на параметры дизеля 4ДТНА2 на номинальном режиме

Уменьшение $\phi_3 < 15^0$ п.к.в. нежелательно из-за сокращения времени-сечения впускного клапана, что приводит к увеличению потерь мощности на насосные хода.

Закрытие впускного клапана после НМТ (т.е. с запаздыванием) увеличивает расход воздуха вслед-

ствие дозарядки цилиндра свежим зарядом. Из рис. 4 видно, что дозарядка цилиндра заканчивается практически при закрытии впускного клапана $\phi_4 \approx 45^0$ п.к.в. после НМТ. Т.к. влияние запаздывания закрытия впускного клапана свыше 35^0 п.к.в. на параметры дизеля незначительное (в пределах 0,4 %), то из условий лучшего запуска дизеля закрытие клапана принимаем равным 35^0 п.к.в. после НМТ.

Итак, анализируя полученные результаты расчетного исследования по выбору фаз газораспределения для нового четырехтактного быстроходного дизеля 4ДТНА2, можно сделать следующее заключение: в целях наиболее рациональной регулировки фаз газораспределения, обеспечивающей наилучшие выходные показатели работы дизеля, рекомендуется устанавливать:

- начало открытия впускного клапана 60^0 п.к.в. до НМТ;
- закрытие впускного клапана 10^0 п.к.в. после ВМТ;
- начало открытия впускного клапана 15^0 п.к.в. до ВМТ;
- закрытие впускного клапана 35^0 п.к.в. после НМТ.

УДК 629.7: 519.63: 536.21

А.М.Пашаев, д-р физ.-мат. наук, Д.Д. Аскеров, инж., Р.А.Садыхов, д-р техн. наук, А.С.Самедов, канд. техн. наук

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОБТЕКАНИЯ ПЛОСКИХ РЕШЕТОК ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Тепловые и газодинамические процессы в газотурбинных двигателях во многом определяются распределением скоростей потока, которые влияют на условия теплообмена и газодинамику в лопаточном аппарате турбины [1, 3, 8, 9]. Более приспособленными к расчету при этом считаются методы, основанные на решениях интегральных уравнений.

Рассматривается задача обтекания прямой пло-

ской решетки двумерным установившимся безвихревым (потенциальным) потоком несжимаемой жидкости в плоскости действительных координат. Исходя из общих представлений аналитических функций для решетчатых областей, задача, как известно, решается с использованием интегральных формул Коши, связывающих аналитические функции внутри (вне) области с ее контурными значениями [2, 4, 5]. Обобщен-