

УДК 621.436.052

*Н.К. Рязанцев, д-р техн. наук, В.И. Пелепейченко, д-р техн. наук, С.А. Алёхин, инж., П.Я. Перерва, канд. техн. наук, Д.Ю. Бородин, канд. техн. наук*

## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ФАЗ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДВУХТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ ТИПА 6ТД С РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ НАДУВНОГО ВОЗДУХА

Радикальным средством улучшения характеристик газотурбинного транспортного двухтактного дизельного двигателя 6ДН 12/2×12 является применение регулируемого привода компрессора наддувочного воздуха. Регулирование частоты вращения крыльчатки компрессора позволяет наиболее полно удовлетворить требования потребителей по протеканию крутящего момента (коэффициент приспособляемости  $K_m$ ) при работе по внешней характеристике в широком диапазоне изменения рабочих частот вращения коленвала ( $K_p$ ).

В Харьковском конструкторском бюро по двигателестроению (ХКБД) был разработан механизм для изменения передаточного отношения привода компрессора  $i_k$  в зависимости от частоты вращения коленвала и нагрузки. Изменение  $i_k$  осуществляется за счет введения в схему воздухооборота дизеля механизма бесступенчатой передачи, выполненной в виде дифференциальной связи компрессора и турбины с коленчатым валом.

Такая передача в настоящее время успешно используется на перспективных транспортных двухтактных дизелях типа 6ТД, позволяя существенно улучшить их характеристики.

Изменение передаточного отношения  $i_k$  обязательно влечет за собой существенное изменение давления наддува и расхода воздуха через цилиндры дизеля.

В то же время известно, что значения фаз газораспределения (газораспределительные органы управляют процессом воздухооборота) заметно влияют как на показатели газооборота, так и на индикаторные и эффективные показатели дизеля.

Поэтому в данной работе проводились проверки соответствия существующих (штатных) фаз газораспределения оптимальным значениям для дизеля с регулируемым передаточным отношением привода компрессора наддувочного воздуха.

Проверка проводилась путем расчетного анализа технико-экономических показателей дизеля – от изменения одной из основных фаз газораспределения – угла начала открытия продувочных окон  $\phi_\alpha$  на режиме максимальной мощности ( $n = 2600 \text{ мин}^{-1}$ ) при трех постоянных значениях  $i_k = 12,4; 12,8$  и  $13,2$ .

На рисунке приведены результаты расчета характеристик дизеля при нормальных атмосферных условиях; штатное значение фаз газораспределения:

начало открытия продувочных окон  $\phi_\alpha = 128^\circ$  п.к.в. (при начале отсчета от В.О.М.Т.); начало открытия выпускных окон  $\phi_\epsilon = 105^\circ$  п.к.в.

Из графиков видно, что с уменьшением  $\phi_\alpha$  за счет увеличения время-сечения продувочных окон увеличивается расход воздуха  $G_b$ . В результате при постоянном значении частоты вращения рабочего колеса центробежного компрессора ( $i_k = \text{const}$ ) с ростом  $G_b$  несколько уменьшается его КПД ( $\eta_k$ ) и давление наддува ( $P_s$ ).

С другой стороны, рост расхода воздуха способствует интенсификации процесса сгорания за счет роста коэффициента избытка воздуха  $\alpha$ . При этом возрастает максимальное давление сгорания  $P_z$  и уменьшается температура выпускных газов  $t_e$ . Это приводит к увеличению индикаторного КПД  $\eta_i$ . Снижение  $t_e$  приводит к уменьшению мощности турбины, а снижение давления наддува – к некоторому уменьшению мощности компрессора. Дисбаланс мощностей турбины и компрессора с уменьшением  $\phi_\alpha$  увеличивается, что приводит к незначительному снижению механического КПД  $\eta_m$ . В результате увеличение индикаторного КПД оказывается преобладающим и удельный эффективный расход топлива  $g_e$  несколько уменьшается.

При дальнейшем уменьшении  $\phi_\alpha$  рост механического КПД преобладает над увеличением индикаторного КПД и удельный эффективный расход топлива  $g_e$  повышается. При ранних фазах открытия окон максимальное давление сгорания становится выше допустимого  $P_{z \text{ макс.}} = 13,5 \text{ МПа}$ .

При увеличении  $\phi_\alpha$  свыше  $127...128^\circ$  п.к.в. уменьшается время-сечения продувочных окон, в результате чего снижается расход воздуха, что приводит к уменьшению коэффициента продувки и увеличению коэффициента остаточных газов. Все это обуславливает падение коэффициента избытка воздуха и, как следствие, снижение уровня индикаторного КПД, что в конечном итоге ухудшает экономичность дизеля и увеличивает температуру выпускных газов.

Анализ приведенных данных позволяет сделать главный вывод – штатные фазы газораспределения являются оптимальными и для дизеля с регулируемым передаточным отношением привода компрессора наддувочного воздуха. Поэтому изменять эти фазы не рекомендуется.

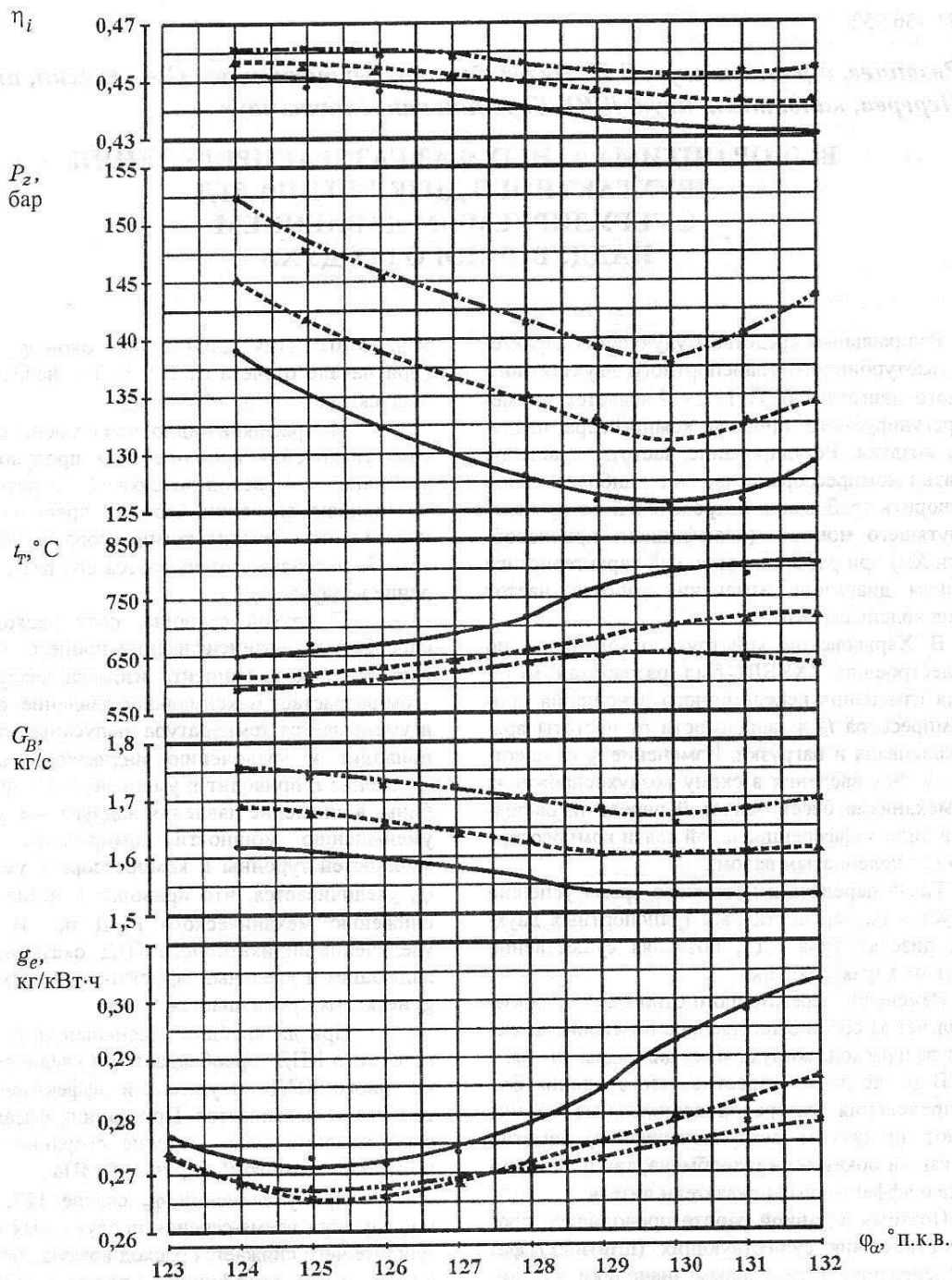


Рис. 1. Изменение технико-экономических показателей дизеля в зависимости от угла начала открытия продувочных окон ( $\phi_{\alpha}$ ):

—  $i_K = 12,4$   
 - - -  $i_K = 12,8$   
 - · -  $i_K = 13,2$

**Список литературы:**

1. Конструкция форсированных двигателей наземных транспортных машин: Уч. пособие. Ч. 2 / Н.К. Рязанцев. — Харьков: ХГПУ, 1996. —

С. 59–65. 2. Рязанцев Н.К., Пелепейченко В.И., Перева П.Я., Бородин Д.Ю. Выбор оптимального закона изменения привода компрессора наддувочного воздуха высокооборотного двухтактного ди-

зельного двигателя типа 6ТД / Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье. Сб. науч. трудов ХГПУ. – Харьков, 1999. – Ч. 2. – С. 350–353. 3. Рязанцев Н.К., Краюшкин И.А., Куницын П.Е., Перерва П.Я., Овчаров Е.Н., Бородин Ю.С. Совершенствование эксплуатац

онных характеристик транспортных 2-тактных двигателей типа 6ТД за счёт использования дифференциального привода компрессора наддувочного воздуха // Авиационно-космическая техника и технология: Труды Гос. Аэрокосм. ун-та «ХАИ», Харьков, 1998. – Вып. 5. – С. 27–30.

УДК 621.436.052

Н.К. Рязанцев, д-р техн. наук, Ю.А. Анимов, канд. техн. наук, А.Ф. Доровской, инж.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КПД АГРЕГАТОВ СИСТЕМЫ ТУРБОНАДУВА НА ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫСОКОФОРСИРОВАННОГО ДВУХТАКТНОГО ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ

«Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению» специализируется на разработке быстроходных двухтактных дизелей для наземных транспортных машин (НТМ), используемых также при дефорсировании в различных отраслях народного хозяйства [1, 2]. После освоения в серийном производстве первого танкового дизеля 5ТДФ в ХКБД разработано

большое разнообразие двухтактных дизелей НТМ в трёх-, пяти- и шестицилиндровом исполнении с различным уровнем литровой мощности, определяемым давлением наддувочного воздуха, что наглядно иллюстрирует таблица 1. В этой таблице указан ряд параметров некоторых двухтактных дизелей с одинаковыми базовыми размерами цилиндров  $D/S=12/2 \times 12$ .

Таблица 1. Параметры двухтактных дизелей НТМ

№ п/п	Дизель	Параметр					
		Мощность, кВт	Частота вращения $n$ , мин <sup>-1</sup>	Литровая мощность $N_L$ , кВт/л	Среднее эффективное давление $p_e$ , МПа	Давление наддува $p_k$ , МПа	Степень повышения давления воздуха в компрессоре $\pi_k$
1	3ТД-1	206	2600	25,27	0,606	0,180	1,95
2	3ТД-2	294	2600	36,10	0,865	0,240	2,55
3	5ТДФ	515	2800	37,60	0,843	0,240	2,75
4	6ТД-1	735	2800	45,10	1,000	0,285	3,35
5	3ТД-3	368	2600	45,06	1,082	0,300	3,30
6	5ТДФМ	625	2800	45,95	1,023	0,285	3,30
7	3ТД-4	441	2600	54,10	1,300	0,342	4,00
8	6ТД-2	882	2600	54,10	1,300	0,330	3,80

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что связь между степенью повышения давления воздуха в компрессоре и литровой мощностью дизеля приблизительно описывается выражением

$$\pi_k = 0,2355 + 0,068 \cdot N_L \quad (1)$$

В соответствии с этой зависимостью дальнейшее форсирование двухтактных дизелей НТМ потребует роста  $\pi_k$  выше 4,0, что представляет собой в реализации сложную задачу.

Общим для всех упомянутых дизелей является применение механической связи компрессора и турбины системы наддува с коленчатыми валами (механический турбонаддув). Такой турбонаддув, необходимый для обеспечения пуска дизеля и принудительной продувки и наполнения цилиндров свежим зарядом при повышенных сопротивлениях на входе воздуха в компрессор и выпуске отработавших газов из турбины, придает дизелю такие положительные характеристики, как повышение прие-