

4. А.В. Олейник, Д.Ф. Симбирский, А.В. Шереметьев. Концепция разработки систем эксплуатационного мониторинга выработки ресурсов авиационных ГТД // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. - №10/26. – С. 37-41.

5. Процессы в перспективных дизелях / А.Ф. Шеховцов, Ф.И. Абрамчук, В.И. Крутов и др. / Под ред. А.Ф. Шеховцова. – Харьков: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1992. – 352 с.

6. Пильов В.О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності: Монографія. – Харків: Видавничий центр НТУ «ХП», 2001. – 332с.

7. Ажиппо Н.А., Балюк Б.К. Прогнозирование долговечности подшипников скольжения тракторных двигателей на стадии их проектирования // Двигателестроение. – 1985. – №8. – С. 17-20.

В.О. Пильов, А.Ф. Шеховцов, В.Т. Турчин та ін. Підвищення ефективності метода конструктивної оптимізації поршня ДВЗ за сукупністю критеріїв його термонапруженості // Двигатели внутреннего сгорания. – 2004. – №2. – С.122-125.

ДВОЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ (ТАНКОВОМ) ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИИ: НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ

Подгаецкий В. М. (ФГУП «НИИД»)

Серийные и перспективные зарубежные транспортные (танковые) дизели имеют весьма высокий уровень удельных мощностных, массогабаритных и топливозокономических показателей. Их агрегатные мощности составляют 1100 кВт в серийных образцах (дизели МТ883 и СУ12) и достигают 1900 кВт в опытных модификациях. Литровые мощности современных серийных турбопоршневых дизелей (ТПД) фирм "МТУ", "Перкинс" и др. составляют 37...60 кВт/л, а опытных — до 74 кВт/л и более.

Для того, чтобы двигатели отечественных объектов бронетанковой техники (БТТ) соответствовали указанному техническому уровню, особое внимание необходимо уделить опережающему развитию для них прогрессивных технологий и проведению соответствующих НИР по повышению параметров рабочего процесса ($p_e \geq 1,8...2,2$ МПа), созданию регулируемых высокоэффективных турбокомпрессоров (с $\pi_k = 4,5-6,0$ и КПД компрессора более 0,8), разработке охладителей наддувочного воздуха, электронных систем регулирования и автоматизированного управления с адаптацией режимов двигателя к дорожным условиям.

Переход России на рыночную экономику в корне изменил ситуацию в области танкового двигателестроения. Его сохранение и развитие в современных условиях возможно лишь при обеспечении рентабельности промышленного производства в данной области техники.

За рубежом решение этой проблемы потребовало консолидации на государственном уровне в рамках федеральных программ усилий представителей армии, науки и промышленности, занятых разработкой, производством и эксплуатацией транспортных объектов и их силовых установок военного и гражданского назначения. Поиск выхода из создавшегося положения продолжался довольно долго. Решение проблемы было найдено и с середины 90-х годов оно активно и успешно претворяется в жизнь.

"Военно-гражданская" концепция предполагает разработку конструкции двигателя, которая при сохранении неизменными в ней размерности цилиндров, межосевого расстояния, деталей кривошипно-шатунного механизма, остова и некоторых других основных элементов может быть при необходимости трансформирована в его гражданские или военные модификации, удовлетворяющие ТТТ соответствующей области применения.

Для обеспечения рентабельности изготовление ДДН ведется, как правило, на общих производственных площадях, причем доля военных модификаций в суммарном объеме выпуска ДДН не превышает в мирное время 20...25 %, но легко может быть увеличена в особый период. Нетрудно заметить, что таким способом создаются скрытые резервы промышленных мощностей, способные в кратчайшие сроки (1,5...2 мес.) легко переориентироваться в военное время на выпуск необходимого количества двигателей для боевой техники. Именно поэтому практически все наиболее развитые зарубежные страны создают семейства ДДН.

Реализуемость концепции двигателей двойного назначения (ДДН) не вызывает сомнения, т.к. подтверждена опытом и результатами работ зарубежного транспортного и танкового двигателестроения (табл. 1).

Первой (в середине 1990-х г.г.) наиболее значительных (по техническому уровню, числу военных и гражданских модификаций и объемам выпуска) результатов в создании ДДН достигла английская фирма "Перкинс". Ее ДДН семейства СУ "Кондор" были спроектированы как военные и гражданские одновременно. Это дало военным доступ к положительным гражданским характеристикам двигателей, таким как высокие ресурс и надежность работы, низкие начальная стоимость и стоимость жизненного цикла. В настоящее время двигатели "Кондор" — самые мощные и совершенные серийные военные танковые и коммерческие дизели (табл. 2).

Таблица 1. Тактико-технические характеристики зарубежных многоцелевых дизельных двигателей

Параметр	Двигатели фирмы "Камминс"		Двигатели "MTU" и "Детройт дизель"	
	12 (90°)	12 (60°)	12 (90°)	12(90°)
Число цилиндров (расположение)	12 (90°)	12 (60°)	12 (90°)	12(90°)
Система наддува	ТК с РГ и ОНВ*	ТК и ОНВ	ТК с РГ и ОНВ	ТК с РГ и ОНВ
Диаметр цилиндра, мм	140	150	130	144
Ход поршня, мм	121	130	150	140
Мощность, кВт	1100-1320	1080-1650	1100-1470	1200-1620
Литровая мощность, кВт/л	50-60	39-60	46-61	44-61
Габаритная мощность, кВт/м ³	1010-1213	810-1243	—	915-1140
Масса, кг	1727	1905	—	1650
Удельная масса, кг/кВт	1,56-1,3	1,77-1,16	—	1,36-1,02

" Обозначения: ТК — турбокомпрессор; РГ — регулируемая геометрия проточной части турбокомпрессора; ОНВ — охладитель наддувочного воздуха.

В настоящее время лидерами зарубежного транспортного двигателестроения в области ДДН являются фирмы MTU, ФРГ, и Детройт Дизель, США. Их дизели серий «2000»/«199» и «890»-HPD в наибольшей мере удовлетворяют ТТТ к СУ пер-

спективных БМ 21-го века, а величины параметров этих двигателей отражают наиболее высокий технический уровень, достигнутый в настоящее время в области транспортного (танкового) двигателестроения. Основные показатели военных модификаций названных дизелей приведены в табл.3 и 4.

Одним из главных направлений развития моторно-трансмиссионной установки (МТУ), обусловленных тенденциями развития военных и гражданских транспортных средств, является выполнение МТУ в виде силового блока, объединяющего функционально согласованные двигатель, трансмиссию и системы МТУ.

Представляют интерес принципы конструирования, которые могут быть учтены при проектировании многоцелевых двигателей. Наиболее важные из них для военных двигателей - это уменьшение высоты дизелей, что позволяет снизить высоту корпуса танка и увеличить его живучесть, а также длины, что дает возможность установить двигатель в силовом отделении поперек корпуса танка, в результате чего его длина сократится.

По мнению зарубежных специалистов, в настоящее время имеются все возможности для создания многоцелевых дизелей на основе накопленного научно-технического опыта в области двигателестроения и смежных отраслях. Это позволит закладывать в базовые элементы двигателей высокие запасы прочности при сохранении общепринятой конструктивной базы и получать основные показатели, удовлетворяющие военным и гражданским техническим требованиям одновременно.

Отсутствие специализированных производств, аналогичных широко распространенным в передовых зарубежных странах, объединенных в настоящее время в систему международной кооперации, приводит, в конечном счете, к техническому и технологическому отставанию в развитии отечественных двигателей. Сейчас в России остро столкнулись с этим и необходимость создания специализированных производств дизельных агрегатов и систем (турбокомпрессоры, поршни, топливная аппаратура и форсунки, фильтры и т. п.) приобретает важное государственное значение. Это вызывает необходимость межотраслевой координации программ развития двигателей различного назначения на ближайшие 5—10 лет, что должно стать ещё одной важнейшей задачей, решение которой определяет перспективы развития отечественного двигателестроения для БТТ и других объектов транспортной техники.

Выводы

1. Танковые двигатели должны и могут разрабатываться как двигатели двойного применения, а их производство должно осуществляться на единой с двигателями для народного хозяйства технологической базе.

2. Перспективным направлением развития танковых моторно-трансмиссионных установок двойного назначения (как с ГТД, так и с ТПД) является создание гибридных электрических силовых установок на базе агрегированных силовых блоков.

3. Необходимо принятие мер по устранению отраслевой разобщенности в двигателестроении и созданию в России специализированных производств для выпуска ТКР, топливной аппаратуры и других узлов и агрегатов двигателей.

Таблица 2. Двигатели двойного назначения серии СУ "Кондор" (D/S = 135/152) фирмы "Перкинс", Великобритания

Параметр	Гражданские двигатели							Военные двигатели				
	Электрогенераторы, тракторы, строительно-дорожные машины, магистральные автопоезда							Танки, САУ, БМП, радары ПВО, машины морского десанта, катера береговой охраны				
	30...40 т, суда, яхты, внедорожные большегрузные автомобили											
Марка двигателя	СУ8Т	СУ8Т-СГ	СУ8Т-СА	СУ12Т	СУ12Т-СЕ	СУ12Т-СА	М700Т1	СУ6-750	СУ8-1000	СУ 12-1500	СУ 12-2000	СУ 16-3000
Система наддува	ТК	ТК + ОНВ	ТК + ОНВ	ТК	ТК + ОНВ	ТК + ОНВ	ТК + ОНВ	ТК (РГ) + ОНВ	ТК (РГ) + ОНВ	ТК (РГ) + ОНВ	ТК (РГ) + ОНВ	ТК + ОНВ
Число цилиндров	8	8	8	12	12	12	8	6	8	12	12	16
Стендовая мощность, кВт	330	440	600	500	590	880	515	550	735	1100	1470	2200
Рабочий объем, л	17,41	17,41	17,41	26,11	26,11	26,11	17,41	13,05	17,41	26,11	26,11	34,82
Частота вращения, мин ⁻¹	2100	2300	2300	2100	2300	2300	2100	2400	2400	2300	2400	2800
Удельный расход топлива, г/(кВт • ч)	220	220	230	220	220	230	—	205	217	210	210	205
Габариты, мм;												
длина	1130	1270	1130	1495	1610	1495	—	817	997	1375	1375	1700
ширина	1020	1140	1020	925	925	1275	—	870	1030	935	935	1077*
высота	1160	1110	1080	1370	1150	1182	—	950	897	975	975	1600
Масса двигателя, кг	1150	1215	1293	1775	2041	1876	1596	990	1292	1880	1880	2800
Литровая мощность, кВт/л	19,0	25,4	34,3	19,0	22,5	33,8	29,6	42,0	42,0	42,0	56,3	63,2
Цилиндровая мощность, кВт	41,3	55,2	75,0	41,3	49,2	73,5	64,4	92,0	92,0	92,0	122,0	137,5
Габаритная мощность, кВт/м ³	247	274	482	265	345	391	176	820	800	880	1175	755
Удельная масса, кг/кВт	3,47	2,75	2,16	3,58	3,47	2,12	3,10	1,80	1,75	1,70	1,28	1,26
Стадия разработки	Серия							ДО	Серия		ДО	

* —

без ТК; ТК — турбокомпрессор; РГ - регулируемая геометрия проточной части ТК; ДО — демонстрационные образцы; САУ - самоходная артиллерийская установка; ОНВ— охладитель наддувочного воздуха.

**Таблица 3. Новые двигатели двойного назначения ряда «2000»
фирмы MTU (ФРГ)**

№ № п/п	Двигат. Пара- метр	Обозначен.	Размерн	6V- 2000	8V-2000	12V-2000	18V-2000
1.	Вид двигателя			военн. модиф.	военн. модиф.	военн. модиф.	гражд. модиф.
2.	Мощность макс. (стенд.)	Ne	л.с.	545	820	1500	1700
3.	Число оборотов при максималь- ной мощности	n	об/мин	2300	2300	2300	1800
4.	Рабочий объем двигателя	Vh	л	11,95	15,9	23,9	35,82
5.	Число и распол. цилиндров			6V-90°	8V-90°	12V-90°	18V-90°
6.	Диаметр цилиндра	D	мм	130	130	130	130
7.	Ход поршня	S	мм	150	150	150	150
8.	Габаритные размеры Lx B x H		мм	1097x930x 963	1158x1030x 950	1470x1166x 1250	2398x1580x 1604
9.	Габаритный объем двигат.	VГ	м³	0,98	1,13	2,14	6,07
10.	Масса сухая	Gдв	кг	920	1135	1750	3500
11.	Ср. эффект, давление	Pe	кг/см²	17,85	20,2	24,5	22,6
12.	Ср. скорость поршня	Cm	м/с	11,5	11,5	11,5	9,0
13.	Уд. расход топлива	ge	г/л.с.ч.	...	165	...	146
14.	Габаритная мощность	Ng	л.с./м³	556	725	700	280
15.	Литровая мощность	Nл	л.с./л	45,6	51,0	62,7	47,5
16.	Удельная масса	γ	кг/л.с	1,69	1,38	1,16	2,06
17.	Удельная теп- лоотдача в охлажд. жидк.	Q _{охл}	ккал/лсч	...	380-400	375	...

**Таблица 4. Новые двигатели двойного назначения ряда 890
фирм MTU/DDC (ФРГ/США)**

№№ п/п	Двигат. Параметр	Обозначен.	Размерн	6V-HPD	8V- HPD	10V- HPD	12V- HPD
1.	Вид двигателя			военн. модиф.	военн. модиф.	военн. модиф.	военн. модиф.
2.	Мощность макс. (стенд.)	Ne	л.с.	750	1000	1250	1500
3.	Число оборотов при максимальной мощности	n	об/мин	4250	4250	4250	4250
4.	Рабочий объем двигателя	Vh	л	6	8	10	12
5.	Число и распол. цилиндров			6V-60°	8V-60°	10V-60°	12V-60°
6.	Диаметр цилиндра	D	мм	109	109	109	109
7.	Ход поршня	S	мм	107	107	107	107
8.	Габаритные размеры L x B x H		мм	590x 700x760	715x 700x760	840x 700x760	965x 700x760
9.	Габаритный объем двигат.	VГ	м ³	0,31	0,38	0,45	0,51
10.	Масса сухая	G дв	кг	520	690	860	1030
11.	Ср. эффект, давление	Pe	кг/см ²	26,5	26,5	26,5	26,5
12.	Ср. скорость поршня	Cm	м/с	15,4	15,4	15,4	15,4
13.	Уд. расход топлива	ge	г/л.с.ч.	145 ¹⁾	145 ¹⁾	145 ¹⁾	145 ¹⁾
14.	Габаритная мощность	Ng	л.с./м ³	2420	2630	2775	2940
15.	Литровая мощность	Nл	л.с./л	125	125	125	125
16.	Удельная масса	γ	кг/л.с	0,70	0,70	0,70	0,70

1) – в составе гибридной электрической силовой установки (ГЭСУ), см. ниже.