

В. В. НЕРУБАССКИЙ*АО «Элемент», Одесса, Украина*

РЫНОК И ПЕРСПЕКТИВЫ ЛЕГКИХ ВЕРТОЛЕТОВ С ГАЗОТУРБИННЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Во вводной части статьи приводится краткая информация об основном направлении деятельности АО «Элемент» - разработка и производство электронных систем управления авиационными двигателями, в частности блока РДЦ-450М для вертолетного турбовального газотурбинного двигателя АИ-450М, созданного ГП «Ивченко-Прогресс». АО «Элемент» вместе со своими партнерами – ГП «Ивченко-Прогресс» и АО «Мотор-Сич» – уже более 10 лет участвует в модернизации легкого советского вертолета Ми-2.

В следующем разделе приводится классификация вертолетов, а также выделяется сегмент легких вертолетов с газотурбинными двигателями. Кратко описывается область применения легких вертолетов. Отмечается, что сегмент легких вертолетов с газотурбинными двигателями – самый массовый на мировом рынке гражданских вертолетов и приводится прогноз поставок таких вертолетов на ближайшие 10 лет.

Перечисляются основные мировые разработчики и производители легких вертолетов, а также технические характеристики 12 моделей легких вертолетов с газотурбинными двигателями. Отмечается, что большинство моделей вертолетов не являются абсолютно новыми разработками, а совершенствуются на протяжении многих лет. Приводятся характерные конструктивные особенности легких вертолетов с газотурбинными двигателями, особенности компоновки агрегатов и оборудования. Отмечается тенденция использования на одной модели вертолета нескольких типов двигателей.

Перечисляются основные мировые разработчики и производители двигателей для легких вертолетов, а также технические характеристики шести моделей газотурбинных двигателей. Приводятся основные конструктивно-компоновочные особенности газотурбинных двигателей разных производителей и типы вертолетов, на которых они устанавливаются. Отдельно приводится краткая информация об украинских газотурбинных двигателях – АИ-450М и МС-500В. Отмечается, что все без исключения указанные в статье двигатели оснащены цифровыми одно- или двухканальными САУ типа FADEC с гидромеханическим резервированием.

Дается краткая информация об отдельных концептуальных образцах винтокрылой техники, появившихся в последние годы. Приводятся перспективные направления работ по вертолетным двигателям. В заключении отмечается, украинское вертолетостроение и авиадвигателестроение находятся в сложной экономической ситуации, но сохраняют конкурентоспособность и нуждаются в помощи и расширении рынка.

Ключевые слова: рынок; легкий вертолет; турбовальный газотурбинный двигатель; электронная САУ; гибридная силовая установка.

Введение

Одной из основных сфер деятельности АО «Элемент» является разработка, производство и обеспечение эксплуатации электронных систем управления (ЭСУ) авиационными газотурбинными двигателями (ГТД) семейства АИ-450 разработки ГП «Ивченко-Прогресс». Исторически сложилось так, что первой стала ЭСУ для турбовального двигателя АИ-450М – РДЦ-450М. Двигатели АИ-450М и РДЦ-450М фактически дали «вторую жизнь» советскому вертолету Ми-2, модернизированному предприятием «Вертолеты Мотор-Сич» и, без преувеличения, заложили фундамент украинского вертолетостроения.

Напряженный труд специалистов АО «Элемент», ГП «Ивченко-Прогресс», АО «Мотор Сич», ЛИК и других организаций завершился сертификацией вертолета Ми-2МСБ в 2011 г., а с 2013 г. он стал поставляться ВСУ и другим заказчикам, в том числе иностранным.

Все эти годы шло конструктивное, технологическое, программно-аппаратное и алгоритмическое совершенствование РДЦ-450М, активно велась эксплуатационная доводка двигателя АИ-450М, а 16 апреля 2018 г. впервые поднялся в воздух вертолет МСБ-2 «Надія». МСБ-2 представляет собой глубокую переработку исходной конструкции Ми-2 с широким использованием КМ (до 70% массы), новые двигатели и главный редуктор, новые композитные

лопасти несущего винта, новая авионика и др.

В соответствии со своей основной специализацией АО "Элемент" изучает научно-техническую информацию по ЭСУ, а также пытается оценить конкурентоспособность своих изделий и изделий своих партнеров на мировом рынке. Данная статья представляет собой краткий обзор рынка и перспектив развития легких вертолетов и их силовых установок.

1. Вертолеты

Все винтокрылые машины по максимальной взлетной массе и по типу двигателя объединяются в шесть основных сегментов - такая классификация широко применяется в мировой вертолетной индустрии. В зависимости от максимальной взлетной массы выделены следующие сегменты вертолетной техники: поршневые, легкие с ГТД, средние с максимальной взлетной массой 4...7 т, средне-тяжелые с максимальной взлетной массой 7...10 т, тяжелые с максимальной взлетной массой 10...16 т, а также сверхтяжелые с максимальной взлетной массой более 16 т.

Сегмент легких вертолетов с ГТД достаточно многообразен и условно может быть разделен на три класса:

- а) массой менее 2 т и с одним двигателем;
- б) массой более 2 т и с одним двигателем;
- в) массой 2...4 т и с двумя двигателями.

Область применения легких вертолетов с ГТД включает в себя перевозку корпоративных клиентов, патрульные и поисково-спасательные операции, мониторинг природных ресурсов, объектов энергетики и трубопроводного транспорта, медико-санитарные функции, обучение пилотированию и тренировка экипажей для более тяжелых вертолетов, военное использование в качестве разведывательных и легких боевых и многое другое.

Сегмент легких вертолетов с ГТД – самый массовый на мировом рынке гражданских вертолетов. По прогнозу Airbus Helicopters [1] на десятилетний период с 2019 г. более 70% предполагаемых к поставке на мировой рынок вертолетов придется на легкие вертолеты с ГТД.

Состав крупнейших "игроков" на рынке легких вертолетов с ГТД многие годы остается практически неизменным, но в ряде случаев он претерпел структурные изменения. Например, почти вся вертолетостроительная отрасль в Европе (Франция, Германия) была объединена в холдинг Airbus Helicopters в составе базового Airbus. А в 2017 г. был организован итальянский концерн Leonardo S.p.A, "поглотивший" итало-британскую фирму Agusta-Westland.

Основные характеристики легких вертолетов с ГТД приведены в таблицах 1, 2 и 3. Данный список,

в силу ограниченного размера статьи, является далеко не полным, но в нем приведены наиболее современные модели, серийно производимые в настоящее время.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что абсолютно новых, "свежих" моделей на рынке не так много. Например, H125 – это обновленный Aerospatiale AS350, поступивший в производство в 1976 г., H135 – это демонстратор MBB Bo108, впервые представленный в 1996 г., H145 – это модернизированный MBB/Kawasaki BK117, впервые взлетевший в 1979 г., AW109 – это Agusta A109, поставки которого начались в 1976 г. Эти вертолеты непрерывно совершенствуются и соответствуют самым современным требованиям. Кроме того, продолжается активная эксплуатация легких вертолетов Bell 206, Bell 222/230, Bell 427, MD Helicopters MD500/600, MD Helicopters MD900, Airbus Helicopters EC120B, PZL-Swidnik SW-4, Schweizer 333, Enstrom 480 и многих других, производство которых было прекращено или ведется низкими темпами.

Подавляющее большинство легких вертолетов выполнены по одновинтовой схеме (исключение – Ка-226 соосной схемы) с размещением силовой установки позади оси несущего винта. В конструкции фюзеляжей и лопастей винтов широко используются КМ. При проектировании используется принцип безопасной повреждаемости конструкции, дублирование и резервирование основных систем вертолета. Цифровая авионика, в том числе автопилот и средства GPS-навигации являются "стандартом де-факто". Почти все вертолеты сертифицированы по правилам FAR 27, обеспечивающих их летную эксплуатацию днем и ночью в простых метеоусловиях.

Интересным новшеством, пришедшим в вертолетостроение из "большой" гражданской авиации, является практика использования на одной модели нескольких типов двигателей. Вполне возможно такая тенденция сохранится и в будущем.

Большинство эксплуатируемых вертолетов обеспечены разнообразными сервисами, в том числе с использованием современных IT-технологий. Например, программа HCare компании Airbus Helicopters представляет собой комплексное сервисное предложение и широкий спектр услуг по управлению материально-техническим снабжением, технической поддержке, техническому обслуживанию и модернизации вертолетов, обучению и переподготовке специалистов.

2. Двигатели

На легких вертолетах нашли применение турбовальные ГТД (ТВaД) с мощностью в диапазоне

Таблица 1

Характеристики легких вертолетов с одним ГТД

Тип	Bell 505	Bell 206B-3	Robinson R66	Airbus Helicopters EC120B
Страна	США/Канада	США/Канада	США	Франция
Начало поставок	2017	Пр-во прекращено	2010	Пр-во прекращено
Диаметр несущего винта, м	11,28	10,16	10,06	10,0
Диаметр рулевого винта, м	1,65	-	1,52	-
Длина, м	12,95	12,11	11,66	11,52
Высота, м	3,25	2,83	3,48	3,40
Кол-во двигателей	1	1	1	1
Тип двигателя	Safran Arrius 2R	Rolls-Royce 250-C20J	Rolls-Royce RR300	Safran Arrius 2F
Мощность, л.с.	504	420	270	504
Масса пустого, кг	1023	1057	581	960
Максимальная взлетная масса, кг	1703	1520	1225	1715
Максимальная скорость, км/ч	232	241	259	278
Крейсерская скорость, км/ч	210	222	231	226
Практическая дальность, км	644	693	601	727
Практический потолок, м	6096	4115	4267	5180
Статический потолок, м	3658	-	-	2820
Экипаж, чел	1	1	1	1
Полезная нагрузка	До 4 пассажиров или 680 кг груза	4 пассажира	4 пассажира	До 4 пассажиров или 700 кг груза

Таблица 2

Характеристики легких вертолетов с одним и двумя ГТД

	Leonardo AW119Ke Koala	Airbus Helicopters H125	Airbus Helicopters H135	Airbus Helicopters H145
	Италия	Франция	Франция	Франция
Начало поставок	2007	1976	1996	2002
Диаметр несущего винта, м	10,83	10,69		10,80
Диаметр рулевого винта, м	-	1,86	1,0	1,15
Длина, м	12,92	12,94	10,25	11,69
Высота, м	3,60	3,34	3,37	3,57
Кол-во двигателей	1	1	2	2
Тип двигателя	PWC PT6B-37A	Safran Arriel 2D	PWC PW206B3	Safran Arriel 2D2
Мощность, л.с.	1002	847	708 hp	894
Масса пустого, кг	1483	1257	1563	1895
Максимальная взлетная масса, кг	2850	2250	3000	3800
Максимальная скорость, км/ч	282	287	259	265
Крейсерская скорость, км/ч	244	265	248	240
Практическая дальность, км	954	649	846	811
Практический потолок, м	4572	7010	5410	5029
Статический потолок, м	-	-	4770	3825
Экипаж, чел	1-2	1	1-2	1-2
Полезная нагрузка	6-7 пассажиров или 1400 кг груза	5-6 пассажиров или 1086 кг груза	До 7 пассажиров или 1417 кг груза	До 10 пассажиров или 1905 кг груза

Таблиця 3

Характеристики легких вертолетов с двумя ГТД

	Leonardo AW109E Power	Камов Ka-226T	КАЗ “Ансат”	Ми-2МСБ
	Италия	Россия	Россия	Украина
Начало поставок	1976	2010	2010	2011
Диаметр несущего винта, м	11,0	13,0	11,5	14,5
Диаметр рулевого винта, м	-	нет	-	2,70
Длина, м	11,448	8,10	13,543	11,40
Высота, м	3,50	4,15	3,56	
Кол-во двигателей	2	2	2	2
Тип двигателя	PWC PW206C	Safran Arrius 2G	PWC PW207K	АИ-450М
Мощность, л.с.	560	580	630	465
Масса пустого, кг	1590	-	1950	
Максимальная взлетная масса, кг	2850	3300	3500	4000
Максимальная скорость, км/ч	311	210	275	235
Крейсерская скорость, км/ч	285	195	250	200
Практическая дальность, км	932	600	510	550
Практический потолок, м	-	5700	5700	5000
Статический потолок, м	-	4100	3600	2300
Экипаж, чел	1-2	1-2	1-2	1-2
Полезная нагрузка	6-7 пассажиров	4-7 пассажиров или 1350 кг груза	До 7 пассажиров или 1300 кг груза	До 6 пассажиров или 800 кг груза

300...1000 л.с. Состав разработчиков и производителей таких двигателей также достаточно устоявшийся: Pratt&Whitney Canada, Safran (Turbomeca), Rolls-Royce, Honeywell. Основные характеристики ГТД для легких вертолетов приведены в таблице 4. Данный список двигателей, как и список вертолетов, в силу ограниченного размера статьи, является далеко не полным, но включает в себя наиболее современные модели, серийно производимые в настоящее время.

Спрос на ТВaД семейства Honeywell LTS101, сертифицированного в 1975 г., мощностью 650...750 л.с. падает, несмотря на появление более мощных модификаций LTS101-850 и HTS900. LTS101 имеет двухступенчатый центробежный компрессор, противоточную камеру сгорания и одноступенчатые турбину компрессора (ТК) и силовую турбину (СТ). Двигатели LTS101/HTS900 применяются на вертолетах Bell 222, AS350D, HH-65A, BK117 и новом Eagle 407HP.

С 1965 г. до настоящего времени фирма Rolls-Royce (ранее - Allison) произвела более 30 тыс. двигателей семейства 250 (M250) [4]. В варианте ТВaД двигатели 250-С развивают мощность 250...450 л.с. Характерными элементами конструкции двигателя

являются выносная камера сгорания и обратное расположение двухступенчатых ТК и СТ с поворотом выхлопных газов на 180°. ТВaД семейства 250 применяются на вертолетах Bell 430, Bell 407, Enstrom 480, MD Helicopters MD500/600, AS355F, MBV Bo105, Schweizer 330 и других. Большой популярностью пользуются современные варианты 250 - “дефорсированный” RR300 мощностью 240 л.с. и перспективный “форсированный” RR500TS мощностью 475 л.с.

ТВaД Pratt&Whitney Canada PT6B в классе мощности 1000 л.с. серийно производится с 1985 г. [5]. Эти двигатели устанавливаются на вертолетах Sikorsky S-76B, A119 и других. Как и все семейство PT6, PT6B имеет осецентрированный компрессор, противоточную камеру сгорания и одноступенчатые ТК и СТ. Особенностью компоновки двигателя является обратное расположение проточной части (турбина - спереди, компрессор - сзади) и вала отбора мощности за СТ.

ТВaД Pratt&Whitney Canada PW200 в классе мощности 500...700 л.с. поступили в эксплуатацию в середине 1990 годов. Устанавливаются на вертолетах H135, AW109, Bell 427/429, “Ансат” и других. PW200 имеет типичную конфигурацию с одноступенчатым

Таблица 4

ГТД для легких вертолетов

Фирма	PWC	PWC	Safran	Safran	Прогресс	Мотор-Сич
Модель	PW207D1	PT6B-37A	Arriel 2B	Arrius 2B2	АИ-450М	МС-500В-01
Дата сертификации	2007	1999	1998	2002	2010	2014
Режим 30-мин мощности при отказе одного двигателя						
Мощность, л.с.	689	1033	-	750	465	850
при tн, °С	-	-	-	-	+30	+30
Взлетный режим						
Мощность, л.с.	621	917	747	676	465	810
при tн, °С	-	-	-	-	+15	+15
Удельный расход топлива, кг/л.с ч	0,246	0,269	0,280	0,279	0,270	0,238
Степень повышения давления	8,0	7,1	9,0	8,0	8,0	9,0
Температура газов за турбиной, °С	970	810	-	942	710	850
Максимальный продолжительный режим						
Мощность л.с. (кВт)	610	847	728	579	300	550
Удельный расход топлива, кг/л.с ч	0,290	0,304	-	-	0,312	0,291
Массово-габаритные и ресурсные характеристики						
Длина, м	1,016	1,504	1,080	0,973	1,115	1,000
Высота, м	-	0,894	0,580	0,641	0,648	0,580
Ширина, м	0,559	0,495	0,500	0,482	0,534	0,590
Сухая масса, кг	108	185	130	114	115	140
Межремонтный ресурс, ч	4000	4000	4000	3000	3000	3000

центробежным компрессором, противоточной камерой сгорания и одноступенчатыми ТК и СТ.

ТВаД семейства Safran (Turbomeca) Arriel 1/2 серийно производятся с 1977 г. и охватывают диапазон мощности 590...990 л.с.[6]. Двигатели Arriel 2 устанавливаются на вертолетах H125, H145, AS365 и других. ТВаД Arriel имеет оригинальную конструкцию, в которой турбокомпрессор (осецентробежный компрессор, петлевая камера сгорания и одноступенчатые ТК и СТ) расположен над валом отбора мощности.

ТВаД семейства Safran (Turbomeca) Arrius 2 поступили в эксплуатацию в 1996 г. Эти двигатели мощностью 520...750 л.с. устанавливаются на вертолетах H135, AW109, Bell 505 и других. Конструктивно Arrius включает в себя одноступенчатый центробежный компрессор, противоточную камеру сгорания и одноступенчатые ТК и СТ. Крыльчатка компрессора изготовлена из титанового сплава.

Украинский ТВаД АИ-450М мощностью 400...465 л.с. разработан ГП "Ивченко-Прогресс" в начале 2000 годов [7]. Применяется на модернизированных вертолетах Ми-2МСБ, МСБ-2 вместо устаревших двигателей ГТД-350.

Другой украинский ТВаД МС-500В мощностью 650...850 л.с. серийно производится АО "Мотор-Сич" с 2015 г. До разрыва отношений с Россией этот

двигатель предлагался для легких вертолетов "Ансат" и Ка-226 [8].

Оба двигателя (АИ-450М, МС-500В) выполнены по традиционной для такого класса ТВаД схеме: одноступенчатый центробежный компрессор, противоточная камера сгорания, одноступенчатые ТК и СТ. Особенностью АИ-450М является конструкция редуктора, обеспечивающая вывод вала отбора мощности как вперед, так и назад.

Все без исключения указанные выше двигатели оснащены цифровыми одно- или двухканальными САУ типа FADEC с гидромеханическим резервированием.

3. Перспективы

Основные разработчики легких вертолетов не спешат выводить на рынок абсолютно новые модели. Это связано с продолжающейся эксплуатацией большого числа (более 30 тыс.) хорошо зарекомендовавших себя вертолетов этого класса. Тем не менее, исследования перспективных концепций активно проводятся.

Например, фирма Bell в 2017 г. представила винтокрылый ЛА FCX-001 [2] с большим числом инноваций. Наиболее интересные из них:

- гибридная силовая установка с высокоэффективными тепловыми двигателями, которые вращают электрогенераторы, приводящие в действие главные электродвигатели и другое оборудование;

- лопасти ротора, способные изменять свою форму и конфигурацию, адаптируясь к изменению условий полета;

- средства искусственного интеллекта, технологии виртуальной и дополненной реальности, обеспечивающие управление ЛА без вмешательства пилота;

- корпус ЛА, изготовленный из “умных” многофункциональных материалов, адаптируемый пассажирский салон.

В 2019 г. концерн Airbus Helicopters представил четырехместный концепт CityAirbus – мультикоптер, полностью электрический аппарат, оснащенный восемью электромоторами мощностью по 100 кВт и аккумулятором емкостью 110 кВт ч.

Не остаются без внимания исследователей традиционные силовые установки для вертолетов. На выставке HeliRussia 2019 были обнародованы перспективные направления работ по вертолетным двигателям:

- повышение удельных и ресурсных показателей за счет применения перспективных композиционных материалов;

- упрощение конструкции двигателей, сокращение числа ступеней и общего числа деталей;

- повышение эксплуатационной технологичности двигателей;

- исключение из конструкции двигателя коробки приводов, применение электрического привода агрегатов (“электрический двигатель”);

- исключение из конструкции двигателя системы смазки, применение “неохлаждаемых” подшипников различных (“сухой двигатель”);

- развитие и совершенствование систем управления, контроля, диагностики и прогнозирования технического состояния двигателей;

- внедрение ресурсосберегающих технологий проектирования, испытаний и производства, снижение цены двигателя и стоимости эксплуатации.

Несмотря на обилие серьезных и известных фирм на рынок иногда выходят небольшие предприятия со своими изделиями. Итальянская фирма Curti Aerospace представила макет легкого двухместного вертолета Zefhir с одним ТВАД. Итальянская же фирма GHT Helicopters уже начала поставки сверхлегкого вертолета G-250 с ГТД. Самое интересное – на обоих вертолетах установлен малогабаритный ТВАД TS100 мощностью 140 л.с. чешской фирмы PBS! Как говорится “не боги горшки обжигают”.

А в целом складывается впечатление, что отрасль как будто замерла в ожидании “электрической революции” как в автомобилестроении...

Заключение

Украинское авиастроение переживает не лучшие времена, а отечественное вертолетостроение находится в начале своего пути. Модернизация конструкции легкого вертолета Ми-2 – хороший задел для “Вертолетов Мотор-Сич”, но нужно двигаться дальше.

Большой интерес представляет легкий двухместный вертолет “Скаут” с поршневым двигателем, разработанный украинским научно-техническим комплексом “Горизонт”, уже поставляемый, в том числе за рубеж. Вполне возможно, что по опыту Robinson R66 наши коллеги предложат вариант своего вертолета с ГТД.

Анализ технических характеристик ТВАД для легких вертолетов показывает, что отечественные двигатели практически ни в чем не уступают своим европейским и американским конкурентам. С учетом более мощных вариантов, например, АИ-450М2 мощностью 530...550 л.с. и АИ-450-2 мощностью 630...800 л.с., вполне реально выходить на международный рынок. Для этого необходимо сертифицировать эти двигатели по международным нормам, тем более что такой опыт уже есть. Отрасль активно развивается и нужно искать заказчиков, как это было сделано с самолетными вариантами АИ-450 в Турции и Австрии.

АО “Элемент” готово поддержать своих партнеров и активно участвовать в развитии вертолетостроения не только в плане разработки и производства современных САУ, но и в создании программ технической поддержки и IT-сервисов.

Литература

1. *Helicopters [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.airbus.com/helicopters.html>. – 02.05.2020.*

2. *Bell Products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bellflight.com/products>. – 02.05.2020.*

3. *Helicopters: a wide, versatile, product range [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.leonardocompany.com/en/air/helicopters>. – 02.05.2020.*

4. *Pioneering the power that matters [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/helicopters>. – 02.05.2020.*

5. *Helicopters engines* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pwc.ca/en/products-and-services/products/helicopter-engines>. – 02.05.2020.

6. *Helicopters engines* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.safran-helicopter-engines.com/helicopter-engines/lower-1000-shp>. – 02.05.2020.

7. *Турбовальные* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ivchenko-progress.com/?page_id=340. – 02.05.2020.

8. *МС-500В* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.motorsich.com/ukr/products/aircraft/turboshaft/ms500v/>. – 02.05.2020.

References

1. *Helicopters*. Available at: <https://www.airbus.com/helicopters.html> (accessed 02.05.2020).

2. *Bell Products*. Available at: <https://www.bell-flight.com/products> (accessed 02.05.2020).

3. *Helicopters: a wide, versatile, product range*. Available at: <https://www.leonardocompany.com/en/air/Helicopters> (accessed 02.05.2020).

4. *Pioneering the power that matters*. Available at: <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/helicopters> (accessed 02.05.2020).

5. *Helicopters engines*. Available at: <https://www.pwc.ca/en/products-and-services/products/helicopter-engines> (accessed 02.05.2020).

6. *Helicopters engines*. Available at: <https://www.safran-helicopter-engines.com/helicopter-engines/lower-1000-shp> (accessed 02.05.2020).

7. *Turbovalnie* [Turboshafts]. Available at: http://ivchenko-progress.com/?page_id=340 (accessed 02.05.2020).

8. *MS-400V* [MS-400V]. Available at: <http://www.motorsich.com/ukr/products/aircraft/turboshaft/ms500v/> (accessed 02.05.2020).

Поступила в редакцію 30.05.2019, рассмотрена на редколлегии 15.08.2020

РИНОК І ПЕРСПЕКТИВИ ЛЕГКИХ ВЕРТОЛЬОТІВ З ГАЗОТУРБІННИМИ ДВИГУНАМИ

В. В. Нерубаський

У вступній частині статті наводиться стисла інформація щодо основного напрямку діяльності АТ "Елемент"- розробка і виробництво електронних систем керування авіаційними двигунами, зокрема блоку РДЦ-450М для вертолітного турбовальний газотурбінного двигуна АІ-450М, створеного ДП "Івченко-Прогрес". АТ "Елемент" разом зі своїми партнерами - ДП "Івченко-Прогрес" і АТ "Мотор-Січ" – вже понад 10 років бере участь у модернізації легкого вертольоту Мі-2.

У наступному розділі наводиться класифікація вертольотів, а також виділяється сегмент легких вертольотів з газотурбінними двигунами. Коротко описується область застосування легких вертольотів. Відзначається, що сегмент легких вертольотів з газотурбінними двигунами – наймасовіший на світовому ринку цивільних вертольотів і наводиться прогноз поставок таких вертольотів на найближчі 10 років.

Перераховуються основні світові розробники і виробники легких вертольотів, а також технічні характеристики 12 моделей легких вертольотів з газотурбінними двигунами. Відзначається, що більшість моделей вертольотів не є абсолютно новими розробками, а вдосконалюються протягом багатьох років. Наводяться характерні конструктивні особливості легких вертольотів з газотурбінними двигунами, особливості компонування агрегатів та обладнання. Відзначається тенденція використання на одній моделі вертольоту декількох типів двигунів.

Перераховуються основні світові розробники і виробники двигунів для легких вертольотів, а також технічні характеристики шести моделей газотурбінних двигунів. Наводяться основні конструктивно-компонувальні особливості газотурбінних двигунів різних виробників і типи вертольотів, на яких вони встановлюються. Окремо наводиться коротка інформація по українським газотурбінним двигунам – АІ-450М і МС-500В. Наголошується, що всі без винятку зазначені у статті двигуни оснащені цифровими одно- або двоканальними САУ типу FADEC з гідромеханічним резервуванням.

Надається коротка інформація щодо окремих концептуальних зразків гвинтокрилої техніки, що з'явилися в останні роки. Наведено перспективні напрямки робіт по вертолітним двигунам.

У висновку зазначається, що українське вертольотобудування і авіадвигунобудування перебувають у складній економічній ситуації, але зберігають конкурентоспроможність і потребують допомоги і розширення ринку.

Ключові слова: ринок; легкий вертоліт; турбовальний газотурбінний двигун; електронна САК; гібридна силова установка.

THE MARKET AND THE FUTURE OF TURBINE POWERED LIGHT HELICOPTERS

V. Nerubaskyi

In the introductory part of the article, it is provided brief information about the main activity of JSC “Element” - developer and manufacturer of electronic control systems for aircraft engines, in particular unit RDTs-450M for AI-450M helicopter turboshaft gas turbine engines, created by SE “Ivchenko-Progress”. JSC “Element”, together with its partners - SE “Ivchenko-Progress” and JSC “Motor-Sich” – for more than 10 years involved in the modernization of Mi-2 light helicopter.

In the next section is gave the classification of helicopters, as well as a segment of light helicopters with turbine engines. It is outlined the scope of light helicopters. It is noted that the segment of light helicopters with turbine engines – the most popular in the world market of civil helicopters and provides a forecast of the supply of these helicopters for the next 10 years.

Lists the world's major developers and manufacturers of light helicopters, and the technical characteristics of 12 models of light helicopters with turbine engines are depicted. It is noted that most helicopter models are not entirely new developments and have been modernized over many years. The characteristic design features of light helicopters with turbine engines, especially the layout of plant and equipment are depicted. There is a trend of using one model of helicopter multiple engine types.

Lists the world's major developers and manufacturers of engines for light helicopters, as well as the technical characteristics of the six models of gas turbine engines are depicted. The main structural and compositional features of gas-turbine engines of different manufacturers and types of a helicopter on which they installed are described. Separately, brief information about the Ukrainian gas-turbine engines: AI-450M and MS-500V. It is noted that all, without exception, mentioned in the article, engines are equipped with a digital single or dual-channel FADEC type control system with hydro-mechanical redundancy.

Brief information about individual conceptual samples of rotary-wing technology introduced in recent years is given. The main directions of work in the field of helicopter engines are described.

In conclusion, the Ukrainian helicopter and Aero-engine industry are in a difficult economic situation, but remain competitive and require assistance and the expansion of the market.

Keywords: market; light helicopter; turboshaft gas turbine engine; electronic control system; hybrid propulsion system.

Нерубасский Вадим Владимирович – старший научный сотрудник бюро разработки программного обеспечения, АО «Элемент», Одесса, Украина.

Nerubasskyi Vadym Vladimirovich – senior scientist, software development bureau, JSC «Element», Odessa, Ukraine, e-mail: odessa@element.od.ua, ORCID Author ID: 0000-0002-7145-5753.