

НОВЫЙ КУРС ИСТОРИИ И КОНСТРУКЦИИ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРОФЕССОРА В.А. ЗРЕЛОВА

Дмитрий Александрович Боев, генеральный директор журнала "Двигатель", московский представитель Самарского центра истории авиационного двигателестроения



Профессор Владимир Андреевич Зрелов, один из наиболее активно сотрудничающих с журналом "Двигатель" членов его редакционного совета, хорошо известный у нас и за рубежом как историк авиации, преподаватель, автор целого ряда книг, инициатор и автор создания музея авиационных двигателей в Самаре при Авиационном университете (сейчас он преобразован в Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королёва (сокращённо – «Самарский университет»). Преобразование осуществлялось путём соединения материальных и нематериальных активов прикладного СГАУ с фундаментальным СамГУ.), подготовил в 2015-2016 гг новый курс лекций по истории авиационных двигателей. В этот курс вошли и часть статей, которые Владимир Андреевич публиковал ранее в нашем журнале с 1999 по настоящий год. Среди них статьи "ГТД - конструктор для начинающих" ("Двигатель" №5 2001), "Развитие авиационных газотурбинных двигателей в СССР/России" ("Двигатель" №2 2014 г.) - первые публикации ранее не применявшихся в описании ГТД методов - и многие другие.

В новом курсе, как это всегда было характерно для всех работ, выполняемых В.А. Зреловым присутствует глубокая и обоснованная историческая проработка материала. Вводная часть разделов построена таким образом, что слушатель, даже если он до этого совсем ничего не знал, скажем, об авиационных двигателях или о принципе применения реактивной тяги в авиации, или о тех этапах, через которые пришлось пройти изобретательской и конструкторской мысли - после знакомства с этим курсом сам сможет быть источником знаний

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕМЫ ГТД...



Овилл и Уилбур Райты на одной из поздних моделей своего "Флайера"

Первый самолёт, самостоятельно оторвавшийся от Земли ("Флайер-1" конструкции братьев Райт США 1903г), был оснащён поршневым двигателем внутреннего сгорания, специально для него построенным и на протяжении сорока лет этот тип двигателя оставался основным в самолётостроении. Но к концу Второй мировой войны требование повышения мощности поршневых двигателей вошло в неразрешимое противоречие с другими требованиями, предъявляемыми к авиамоторам - компактностью и ограничением массы. Дальнейшее развитие авиации по пути совершенствования поршневого двигателя становилось невозможным, и реальной альтернативой ему явился воздушно-реактивный двигатель, различные варианты которого предлагались ещё в XVIII и XIX вв.

Воздушно-реактивный двигатель (ВРД) - тепловой реактивный двигатель, рабочий процесс в котором складывается из процесса сжатия (во входном устройстве и компрессоре), подвода тепла (в камере сгорания), расширения (в турбине и канале сопла). Хотя процесс расширения противоположен процессу сжатия, однако благодаря более высокой температуре рабочего тела, при которой он осуществляется, в двигателе происходит увеличение скорости истечения газа из сопла по сравнению со скоростью полёта. Таким образом, изменяется количество движения рабочего тела, проходящего через двигатель, что сопровождается возникновением силы реакции - силы тяги.

Впервые этот термин в печатной публикации, по-видимому, был использован в

для несведущих. Причём всё, включая самые сложные для понимания моменты курса поданы таким образом, что слушаются (и читаются) "на одном дыхании" и доступны для понимания даже неопитам. О чём я, собственно, только что писал чуть выше.

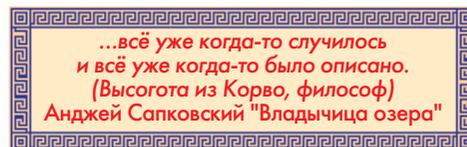
Многие разработки, упоминающиеся в тексте - как отечественные, так и зарубежные - в настоящее время широко известны в основном специалистам - историкам техники, хотя большинство их являют важные, зачастую ключевые моменты развития этого вида техники. И скрупулезный подход автора к разработке тематики позволяет получить полную картину истории создания и развития авиационной газотурбинной техники в мире.

Пока мы готовили этот материал к печати, Владимир Андреевич записал часть своего курса на видео-CD, вложив тем самым мощный блок в построение здания дистанционного образования. При этом, поскольку в процессе лекции в него включён и весь используемый по ходу дела иллюстративный материал, то в познавательном плане это получилось ненамного слабее живой лекции (за вычетом возможности обратной связи со слушателями). И всё это в совокупности имеет несомненную ценность как для студентов разных специальностей авиационных ВУЗов, так и просто для людей различного возраста, интересующихся техникой.

Не ставя перед собой недоступной для журнала задачи полностью показать весь объём работы, мы всё-таки ознакомим читателя с её отдельными моментами, в надежде если не просветить, то хотя бы заинтересовать читателя.

Мы предлагаем читателю познакомиться с небольшой частью этого курса, посвящённой началу развития газотурбинной авиации.

Предоставляем слово автору.

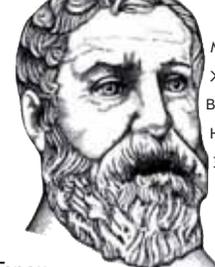


1929 г. Б.С.Стечкиным в журнале "Техника Воздушного Флота", где была помещена его статья



"Теория воздушного реактивного двигателя". В английском языке этому термину наиболее точно отвечает словосочетание *airbreathing jet engine*.

Прообраз теплового реактивного двигателя создал Герон Александрийский в 120 году до н. э. Его эолипил (αολίπιλ) представлял собой небольшую паровую машинку. Огонь кипятил воду в котле. Пар по трубке а проходил в шарообразный сосуд, который мог вращаться на концах пустотелых стоек. Из сосуда пар вырывался через коленчатые трубки и силою реакции вращал сосуд. Это - первая паровая реактивная турбина.



Герон Александрийский. Современное представление



Б.С. Стечкин (справа) и генеральный конструктор двигателей А.А. Микулин



"Эолипил" Герона Александрийского



Центрбежная система полива

устройствах для полива газонов.

Правда, таких скоростей стараются не развивать.



Турбореактивный авиационный двигатель РД-500

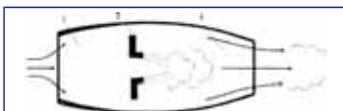


Схема ПВРД:
1 - входной диффузор,
2 - форсунка горючего, 3 - сопло

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) является самым простым в классе ВРД по устройству. Необходимое для работы двигателя повышение давления достигается за счёт торможения встречного потока воздуха.

Рабочий процесс ПВРД кратко можно описать следующим образом:

Воздух, поступая во входное устройство движущегося двигателя, затормаживается и его давление повышается. Сжатый воздух в камере сгорания нагревается за счёт горения подаваемого в неё топлива, внутренняя энергия рабочего тела при этом возрастает.

Затем сначала сужаясь в сопле достигает звуковой скорости, а потом расширяясь - сверхзвуковой, рабочее тело ускоряется и истекает со скоростью большей, чем скорость встречного потока, что и создаёт реактивную тягу.

В 1913 г. француз Рене Лорин (Rene Lorin) получил патент на прямоточный воздушно-реактивный двигатель.

В 1937 году французский конструктор Рене Ледюк (Rene Leduc) получил заказ от правительства Франции на разработку экспериментального самолёта с ПВРД. Эта работа была прервана войной и возобновилась после её окончания. В ноябре 1946 г. состоялся первый в истории полёт аппарата с маршевым ПВРД.



Самолёт Leduc_010 в музее авиации

В СССР с 1935 г. в реактивной секции Стратосферного комитета Центрального Совета Осоавиахима велись опытно-конструкторские работы по созданию ПВРД для ракет и самолетов. После успешного испытания ракет с ПВРД в 1939 г. в отделе специальных конструкций (ОСК) завода № 1 под руководством И.А. Меркулова началось создание авиационных ПВРД, которые предназначались для увеличения скорости полёта путём создания реактивной тяги дополнительно к усилию, создаваемому поршневым мотором.



ПВРД ДМ-1 на самолёте

В 1939 г. были спроектированы и изготовлены первые образцы авиационных ПВРД ДМ-1 и ДМ-2 (дополнительных моторов), которые в 1939 - 1940 гг. успешно испытывались на самолётах конструкции Н.Н.Поликарпова И-15бис (И-152) и И-153 "Чайка". В 1940 г. были изготовлены новые ПВРД ДМ-4, имеющие тягу 170 кгс., которые в 1940 - 1941 гг. испытывались на самолётах И-153 "Чайка" и И-207 № 3. В начале 1941 г. был закончен эскизный проект самолета "Д" А.А. Боровкова и И.Ф. Флорова с поршневым мотором М-71 и двумя ПВРД ДМ-12 конструкции И.А. Меркулова. В 1942 г. испытывался самолёт Як-7С с ПВРД ДМ-4С. Эти испытания стали первыми в мире летными испытаниями авиационных прямоточных воздушно-реактивных двигателей. [об этом этапе развития отечественной авиации журнал "Двигатель" писал совсем недавно в статье Д.А. Соболева "ПВРД - дополнительные моторы" в журнале "Двигатель" №6, 2016, Д.А.Б.]



М.М. Бондарюк
(из статьи в БСЭ)

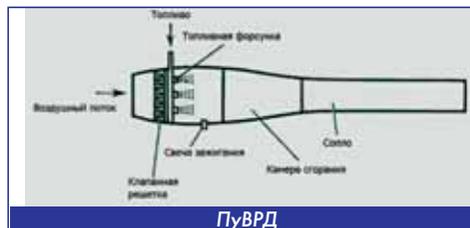
В 1942 г. проходили испытания самолёта ЛаГГ-3 с ПВРД ВРД-1, разработанного ОКБ-3 НИИ ГВФ под руководством М.М. Бондарюка, а в 1946 г. испытывался Ла-126 с усо-



"Буря" Бондарюка на стартовом столе

вершенствованным ПВРД-430.

В СССР с 1954 по 1960 гг. под руководством С.А.Лавочкина, разрабатывалась крылатая ракета "Буря", предназначавшаяся для доставки ядерных зарядов на межконтинентальные расстояния. В качестве маршевого двигателя в ней использовался ПВРД РД-012У тягой 12900 кгс. Двигатель разработан под руководством М.М. Бондарюка. Было осуществлено несколько испытательных полётов "Бури". [Об этом было в статье Евг. Ерохин "ПВРД - задание на завтра", "Двигатель" №3, 2000 г. Д.А.Б.]



ПуВРД

Разновидностью ВРД является **пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПуВРД)**, в котором горючее и воздух подаются в камеру сгорания периодически при помощи входных клапанов. Поэтому его тяга реализуется в виде серии импульсов, следующих друг за другом.

Первые патенты на ПуВРД были получены (независимо друг от друга) в России (Н.А. Телешов) и во Франции (Ш. де Луврье) в 60-х гг. 19 века.

Одним из первых специалистов, практически реализовавших идею такого двигателя, был немецкий дипломированный инженер П. Шмидт (P. Schmidt), который занимался этой проблемой с 1928 г. Первый двигатель ПуВРД SR 500 прошёл испытание в 1938 г. Его модернизированный вариант, спроектированный на тягу 750 кгс в 1942-1943 гг. на стенде развил тягу 375 кгс.

Не имея никакой информации о работах П. Шмидта, в Германии на фирме Argus Motoren Gesellschaft под руководством Г. Дидриха (G. Dietrich) создавался ПуВРД Argus As 109-014 для самолёта-снаряда V-1 (Fi 103), которых в 1944 - 1945 гг. было изготовлено более 10000 единиц. Тяга двигателя составляла 350 кгс.

В 1942 г. В.Н. Челомей, заведующий отделом в ЦИАМ, разработал, построил и испытал ПуВРД, который позже был применён на самолёте-снаряде 10Х.



Argus As 14 RAFM



10Х

**Продолжение - в лекции профессора В.А. Зрелова
Литература**

1. Евтифьев М.Д. Огненные крылья. История создания реактивной авиации СССР (1930-1946). - М: Вече, 2005. - 384 с.
2. Соболев Д.А. Экспериментальные самолёты России. 1912-1941. - М.: Русавиа, 2015. - 296 с.
3. Неизвестный ВРД или некоторые примеры применения мотоконпрессорного двигателя. <http://avia-simply.ru/author/admin/>.
4. <http://www.neam.co.uk/JetHistory/deutschland.html>.
5. Кэй Э. История разработки и создания реактивных двигателей и газовых турбин в Германии (1930-1945). - Рыбинск. НПО "Сатурн", 2006. - 329 с.
6. Muller R. Junkers Flugtriebwerke. Benzinmotoren, Flugdiesel, Strahltriebwerke. AVIATIC VERLAG GmbH, Oberhaching 2006. - 384 p.
7. О деятельности фирмы Юнкерс за время с 1936 г. по 1945 г.: технический отчет № 296, Т. 2. Материалы ОКБ № 1. - Dessau: 1946. - 453 с.
8. Gersdoff K., Grasman K. Flugmotoren und Strahltriebwerke. Benhard und Graefe Verlag, Koblenz. 1985. - 362 p.
9. Archive Rolls-Royce Heritage Trust v. 20, 2002. pp. 7-13.
10. St. Peter, James. The history of aircraft gas turbine engine development in the United States: a tradition of excellence. ISBN 0-7918-0097-0. 1999. - 592 p.

Связь с авторами: zrellov07@mail.ru