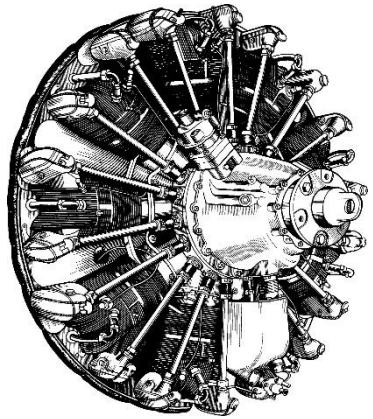
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АВИАЦИОННЫХ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

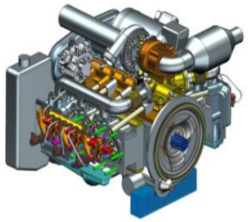
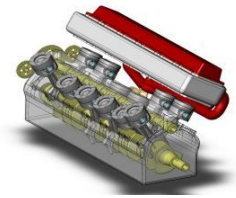
Начальник сектора, к.т.н. Костюченков А.Н.
Начальник отдела, к.т.н. Финкельберг Л.А.
Инженер, Барышников С.И.

Современные АПД



Авиационные поршневые двигатели от 100 до 500 л.с.									
Марка Страна Данные	Hirth H30 ES Германия	Jabiru 3300 Aero Engine Австралия	Lycoming IO-390-X США	М-9Ф Россия	Rotax 914 UL DCDI Австрия	RED A03 дизельный Германия	Austro Engine AE300 дизельный Австрия	Centurion 4.0 дизельный Германия	SMA SR-305 E дизельный Франция
Схема	оппозитный	оппозитный	оппозитный	звезда	оппозитный	V-образный	рядный	V-образный	оппозитный
Тактность и кол-во цилиндров	2x4	4x6	4x4	4x9	4x4	4x12	4x4	4x8	4x4
Ne л.с. при n об/мин	102 при 6500	120 при 3300	210 при 2700	400 при 2950	115 при 5800	500 при 4200	168 при 4000	310 при 4000	227 при 2200
Се, г/л.с.*ч	320			205	276	154	158	168,7	162
$\gamma_{e,}$ кг/л.с.	0,41	0,695	0,66	0,55	0,699	1,75	1,1	0,878	0,911
Ресурс, ч	500		2000		1200		2000	2000	2000
Цена		€11,605.00			€ 16 000	€ 160 000	50 000		

Концепция перспективных АПД .

Двигатель с воспламенением от сжатия				 6-цилиндровый	 12-ти цилиндровый
РПД	Односекционный	2-х секционный	2-х секционный	3-х секционный	
Двигатель с искровым воспламенением	2-х цилиндровый	4-х цилиндровый			
	40-50 л.с.	90-100 л.с	180-200 л.с	270-300 л.с.	450-500 л.с.

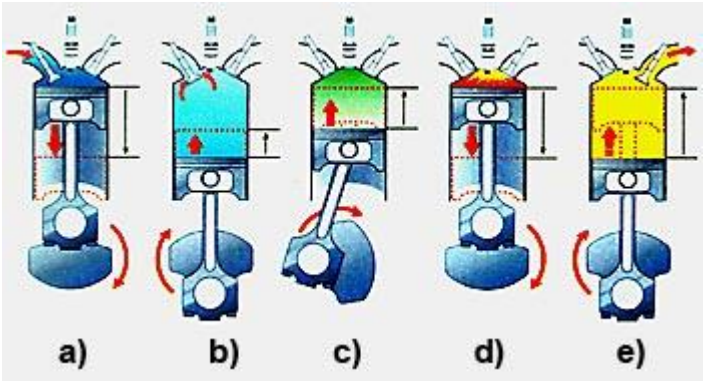
Параметры определяющие эффективность АПД

Коэффициент полезного действия
(удельный расход)

Весогабаритные характеристики
(Удельный вес)

Долговечность
(Ресурс)

Работы по совершенствованию рабочего процесса автомобильных двигателей

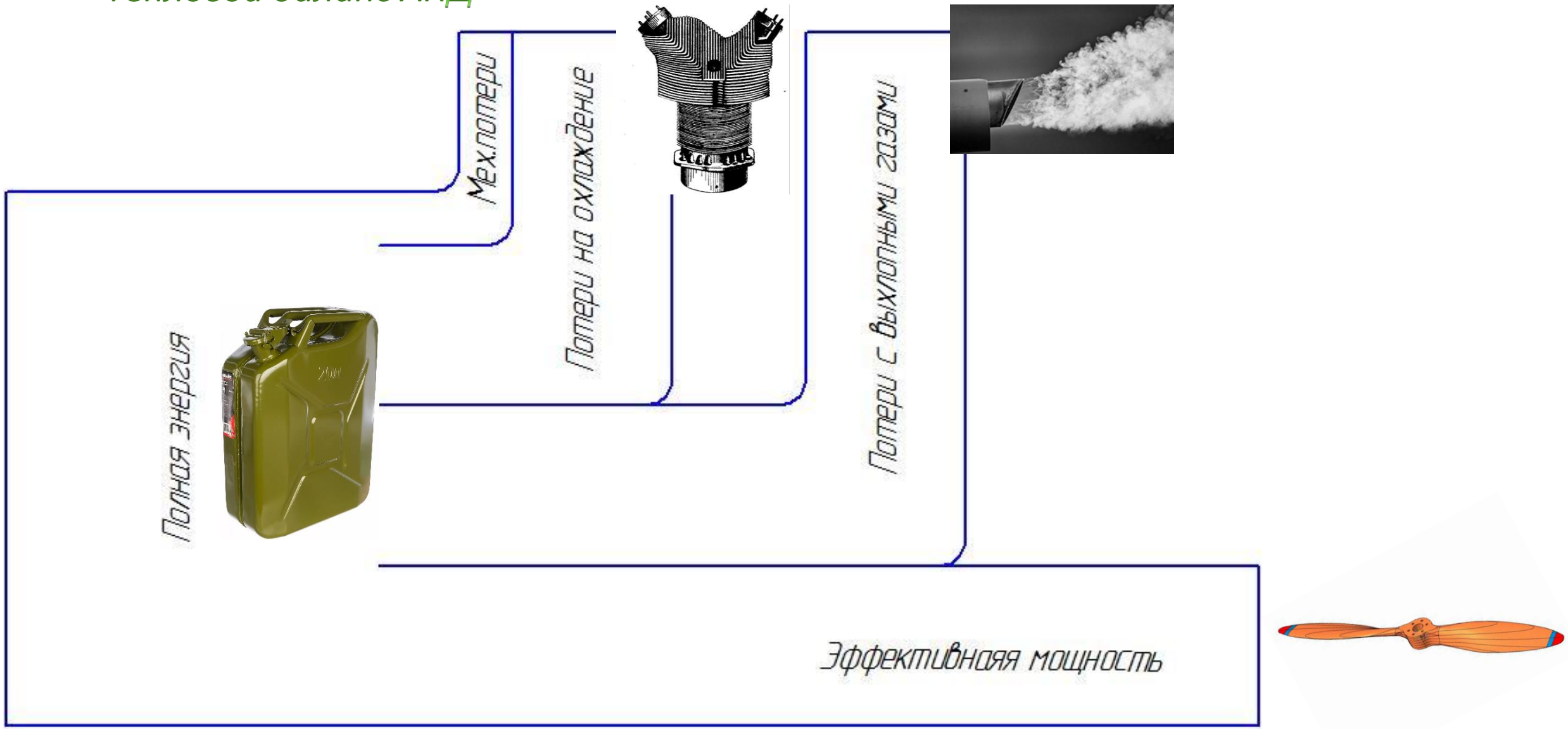


Цикл Миллера-Аткинсона

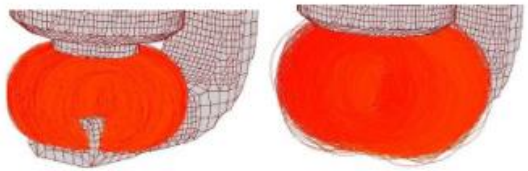
Steam-o-Lene

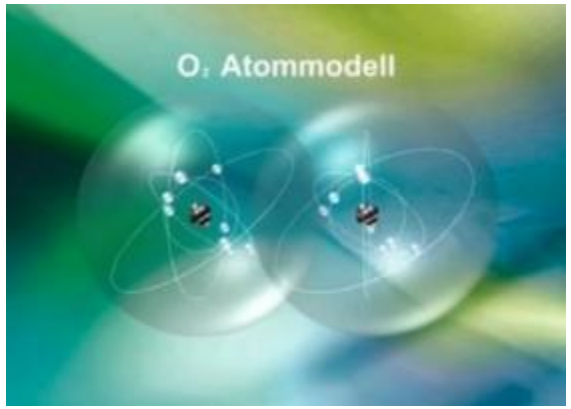
HCCI

Тепловой баланс АПД



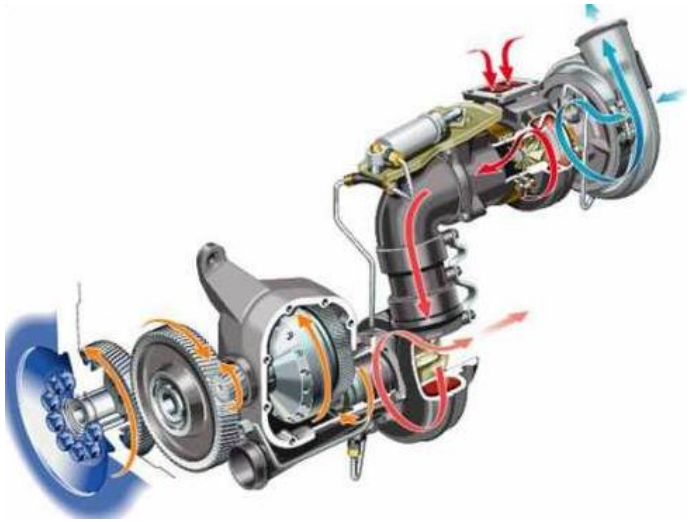
Совершенствование рабочего процесса



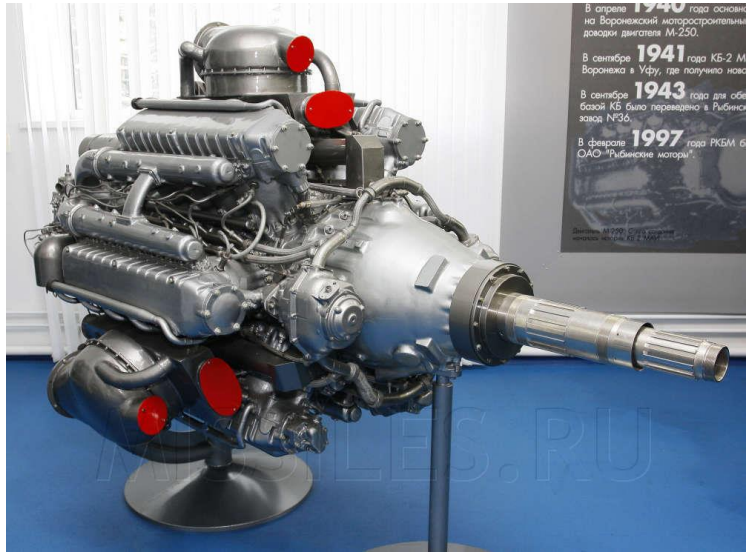


	Интенсификация движения заряда	Совершенствование зажигания	Введение добавок (синглетный кислород, озон)
+	-Значительное увеличение скорости сгорания на 30-40 %;	-Повышение мощности; -Повышение пусковых свойств; -Уменьшение затрат на топливо.	-Возможность организации цикла с гомогенным воспламенением; -Значительное снижение удельного расхода; -Низкая склонность к образованию отложений.
-	-Снижение коэффициента наполнения; -Усложнение конструкции.	-Увеличение потерь на привод агрегатов (мех потерь); -Снижение ресурса штатных компонентов.	-Нестабильность рабочего цикла (отсутствие управляющего сигнала); -Дополнительное оборудование;

Гибридный привод воздушного винта



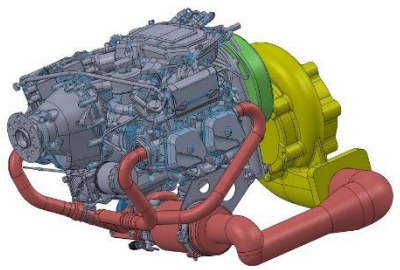
Турбо-компаундная трансмиссия с гидромуфтой



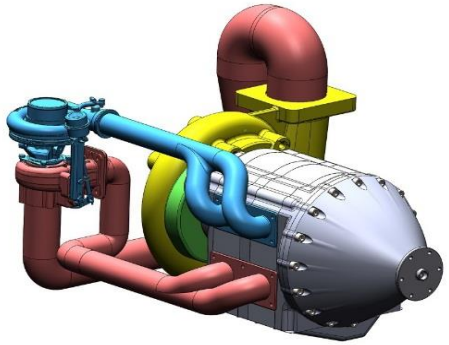
ВД-4К, мощность 4300 л.с., удельный расход на экономичном режиме 160 г/л.с.ч

Разработка концепции перспективных турбокомпаундных АПД

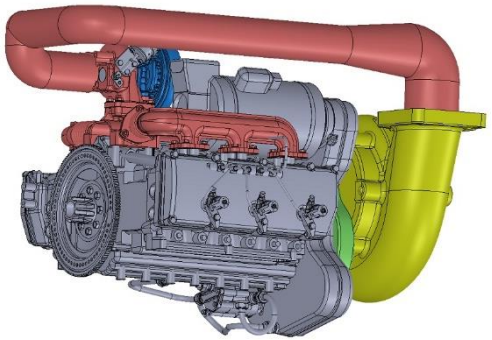
Рассмотрено и предложено создание семейства ТК АПД на базе четырехцилиндрового оппозитного АПД мощностью 100 л.с, одно, двух и трехсекционного РПД, а также шестицилиндрового дизельного АПД мощностью 300 л.с.



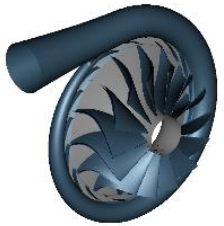
4-х цилиндровый ТК АПД

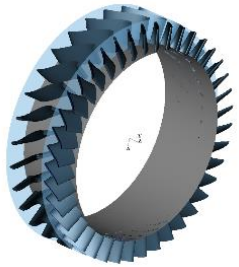


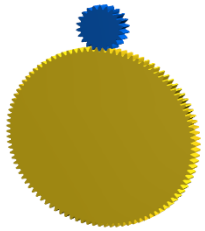
3-х секционный ТК РПД



6-ти цилиндровый ТК АПД







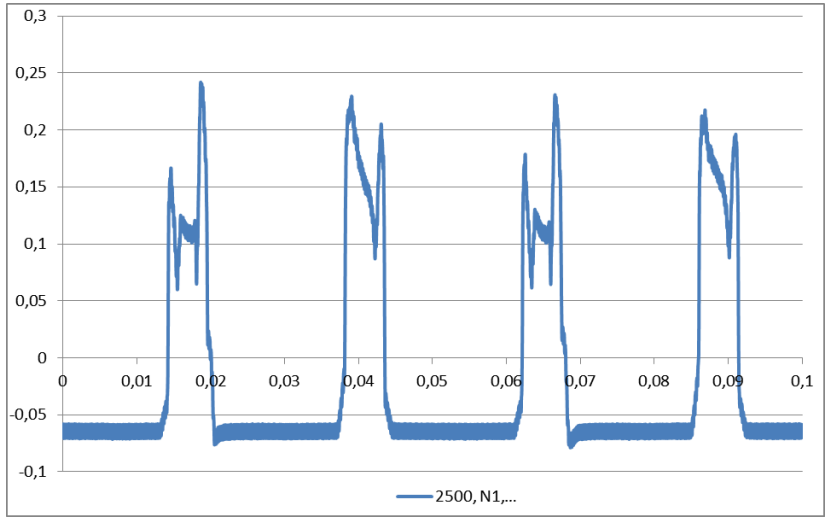
Узлы ТК АПД

Сравнение показателей турбокомпаундных двигателей рассматриваемых размерностей с их базовыми вариантами показал общую тенденцию к повышению эффективности их работы (уменьшение удельных расходов топлива составило от 3 до 14%). Меньшие значения характеризуют поршневой двигатель с искровым зажиганием и наддувом, большие – дизель и роторно-поршневые двигатели. Достигается также прирост мощности до 20%.

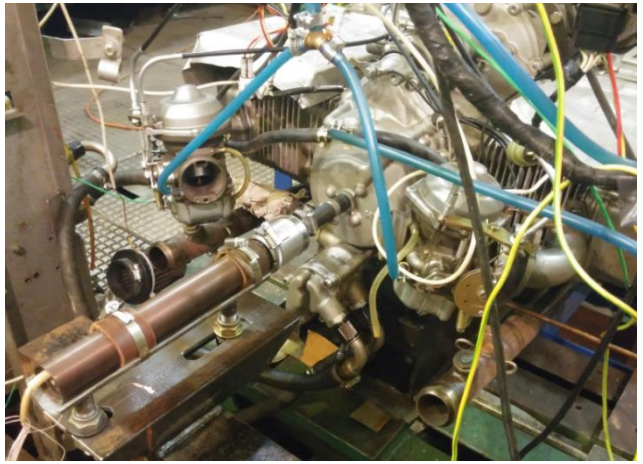
Снижение механических потерь

Препарированный цилиндр с установленными датчикам толщины МС

Препарированный КВ с установленными датчикам толщины МС

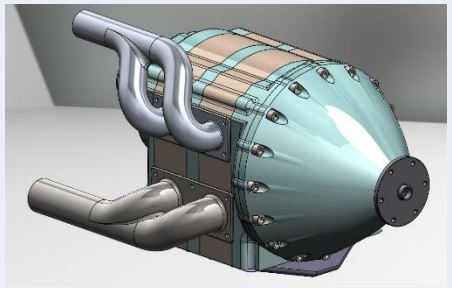


Изменение толщины масляного слоя ТМС в зоне датчика №1 прогрев 2500 мин$^{-1}$ дроссель 25%, поршень штатной комплектации г/ю диаметральные зазоры головка поршня – цилиндр 0.65 мм, юбка поршня – цилиндр 0.035 мм, экспериментальный поршень г/ю 0.45/0.020 мм.



Вид на исследуемый двигатель с установленным токосъемником

РПД - типоразмерный ряд

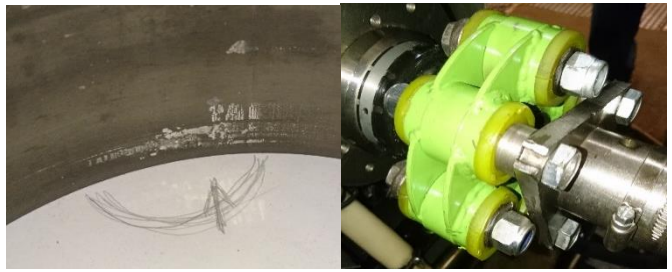
Размерность секции	50 л.с.	100 л.с.	200 л.с.
400 см3 (воздушное охлаждение)	Односекционный	Двухсекционный	
650 см3 (жидкостное охлаждение)		Односекционный	Двухсекционный 

Экспериментальные исследования односекционного РПД-демонстратора в классе мощности 100 л.с.

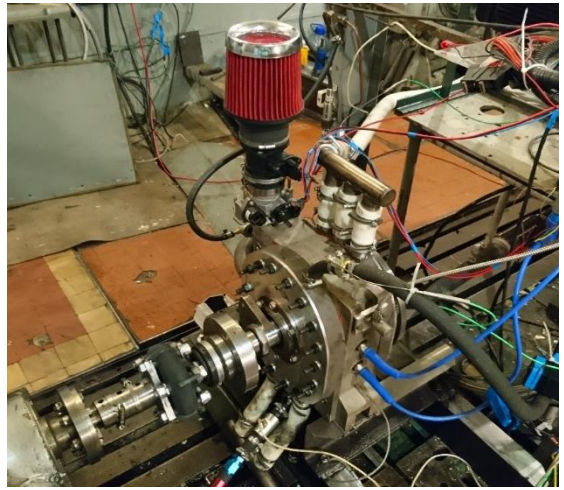
Целью экспериментальных исследований РПД-демонстратора являются оценка его работоспособности, отработка настройки системы управления, отработка определения оптимальных углов опережения зажигания и впрыска топлива, а также оценка основных параметров двигателя.

В рамках данного этапа экспериментальных исследований РПД-650 была отработана расчетно-экспериментальная методика балансировки роторной части РПД.

Роторная группа на балансировочном стенд Диамех-2000



Доводка узлов по результатам 1-го и 2-го цикла испытаний



РПД-650 на стенде У-336

Перспективные материалы для деталей АПД

Поршень 4-х тактного одноцилиндрового модуля-двигателя ОМД из углеродной керамики

Крышка двигателя-демонстратора ПД-1400 из углекомпозита

Заготовка гильзы цилиндра для 4-х тактного одноцилиндрового модуля-двигателя ОМД с покрытием из оксидной керамики

Элементы двигателя-демонстратора ПД-700 из интерметалидов и углеродной керамики

Перспективные технологии планируемые к использованию в авиационных двигателях малой авиации к 2025-2030 гг.

Предлагаемые технологии.	Ожидаемый эффект
Исследование различных схемных решений для двигателей внутреннего сгорания (роторно-поршневые, роторно-лопастные, роторно-сферические, двигатели с ПДП, аксиальные, дисковые)	**Снижение массово-габаритных характеристик при высоких удельных показателях**
Использование гибридных и турбо компаундных схем	**Снижение удельного расхода и повышение мощности силовой установки**
Внедрение композитных и неметаллических материалов и покрытий (интерметаллиды, углеродная и оксидная керамика)	**Снижение потерь на трение. Снижение весовых характеристик при увеличении ресурса**

Заключение

Применение указанных решений позволит:

- Снизить удельный расход топлива на 10-15%;
- Уменьшить удельный вес на 20-30%;
- Увеличить ресурс в 2 раза

Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова

Спасибо за внимание!

111116, Россия, Москва,
ул. Авиамоторная, 2
www.ciam.ru

Тел.: +7 (499) 763-61-67
E-mail: info@ciam.ru