

Юрий Бехли

**ОСНОВНЫЕ ВЕХИ РАЗВИТИЯ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ АВИАЦИОННЫХ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
(КРАТКИЙ ОБЗОР)**

Наряду со все расширяющимся серийным производством основных типов отечественных АПД продолжалась интенсивная разработка опытных образцов. Они представляли собой варианты оригинальных двигателей, которые в последующем, после проверки и отбора завершались созданием серийного образца. В ЦИАМ опытное строительство производилось в интересах проверки новых концепций и обоснования рекомендаций для ОКБ. Из числа созданных в ЦИАМ опытных двигателей наибольший интерес представляют двигатели МГМ, ММ-1, М-300, М-200 и ОМ-127.

Двигатель МГМ главного конструктора Е.В. Урмина представлял собой звездообразный двухрядный 14-цилиндровый мотор. Его отличительной чертой являлось высокое значение удельной миделевой мощности - 910 л.с./м². В ходе доводки двигателя была обоснована возможность получения в нем литровой мощности 40 л.с./л, что для того времени (1939 г.) было достаточно хорошим достижением. Была также отработана система непосредственного впрыска топлива.

Однорядный 6-цилиндровый мотор ММ-1 главного конструктора А.А. Бессонова представлял собой двигатель воздушного охлаждения перевернутой схемы (головки цилиндров снизу) мощностью 250 л.с. (1935-1937 гг.). Мотор показал высокие эксплуатационные качества при летных испытаниях на самолете САМ-10. Однако в серийное производство он не передавался, так как его опередил по срокам лицензионный мотор MB-6 ("Рено-Бенгали"), имевший несколько меньшую мощность.

Двигатель М-300 главных конструкторов А.А. Бессонова и Л.Б. Эпштейна (жидкостного охлаждения) имел тридцать шесть цилиндров и был выполнен в виде звезды. Расчетная мощность двигателя составляла 3500 л.с. В 1940 г. изготовили один экземпляр двигателя. Высотность 10 000 м обеспечивалась 4-скоростным центробежным нагнетателем. Такое решение вряд ли можно считать удачным, учитывая имевшийся к тому времени положительный опыт создания турбокомпрессоров.

Двухтактный рядный 6-цилиндровый бензиновый двигатель М-200, водяного охлаждения главного конструктора В.Н. Фомина, работавший по схеме с противоположно движущимися поршнями и двумя коленчатыми валами, имел

расчетную мощность 900 л.с. Предполагалось построить на его базе 18-цилиндровый мотор. Доводка двигателя затянулась и к 1940 г. была прекращена.

В 1936 г. С.С. Баландиным была разработана принципиально новая схема двигателей с бесшатунным механизмом. До 1951 г. было разработано и построено несколько двигателей типа ОМ-127РН мощностью до 3200 л.с. Последним из построенных двигателей был 8-цилиндровый мотор жидкостного охлаждения Х-образной схемы. Использование процесса двойного действия (по обе стороны поршня) позволяло получить высокую по тем временам литровую мощность 145 л.с./л. Удельная масса двигателя составляла 0,635 кг/л.с. В 1951 г. двигатель прошел комплекс официальных испытаний. На основе ОМ-127РН был выполнен проект 24-цилиндрового двигателя М-127 мощностью 10000 л.с. Этот двигатель был снабжен турбокомпрессором и импульсными турбинами. Его высотность достигала 12000 м. Удельный расход топлива на крейсерском режиме был весьма малым - всего 165 г/л.с.·ч у земли и 148 г/л.с.·ч на расчетной высоте.

Полноразмерный двигатель не был построен, так как работы по созданию новых образцов мощных АПД всех типов были в 1951 г. прекращены.

Такая судьба постигла и ряд других мощных турбопоршневых двигателей оригинальной конструкции, находившихся к 1951 г. в стадии проектной разработки и экспериментальной проверки цилиндровой группы и других узлов.

В практике создания новых отечественных АПД за рассматриваемый период достаточно продолжительно сочетались опытные и экспериментальные разработки. Первые были связаны с соблюдением заданных характеристик двигателя и сроков его предъявления на официальные испытания, поэтому они могли опираться лишь на достаточно апробированные теоретические посылки и конструктивные решения. Вторые же, поисковые, служили для нахождения новых путей развития. Они не были регламентированы столь строго, как первые, поскольку здесь нередко возникали труднопреодолимые препятствия.

После 1936 г., с организацией ОКБ при заводах-изготовителях моторов, разработка и исследование экспериментальных объектов стало основным содержанием деятельности ЦИАМ.

Рассмотрим некоторые результаты исследований рабочего процесса в цилиндрах АПД, направленных на форсирование двигателей, повышение их экономичности и поиск связанных с этим способов обеспечения надежной

работы цилиндра-поршневой группы.

Экспериментальные работы велись по следующим основным направлениям: повышение литровой мощности (было достигнуто давление наддува - 6,25 кгс/см², что давало литровую мощность около 170 л.с./л.), улучшение экономичности, по рационализации системы бесклапанного газораспределения, бесшатунным двигателям и др.

Исследовались возможности стабилизации процессов смесеобразования и сгорания при работе двигателя легкого топлива на переобогащенных смесях путем применения послойного смесеобразования, форкамерного и струйного зажигания, специального завихрения воздуха в цилиндре, дифференцированной подачи воздуха на ходе сжатия. Исследовалось также влияние газообразного водорода в качестве присадки к топливу. При этом оценивалось изменение склонности двигателя к детонации и стабильность воспроизведения индикаторных диаграмм.

Для повышения экономичности на форсированных режимах, связанных с работой на переобогащенных смесях, исследовались возможности использования тепловой, кинетической и химической энергии выхлопных газов.

Было экспериментально показано, что в схеме турбопоршневого двигателя легкого топлива использование всех видов энергии выхлопных газов позволяет иметь эффективный к.п.д. на расчетной высоте 10000 м, равный 44...49 %, а для двигателя тяжелого топлива - до 53 %. Результаты данных исследований были широко использованы при создании турбопоршневого двигателя ВД-4К.

Разрабатывалась простая и рациональная система бесклапанного газораспределения. Экспериментально были исследованы системы газораспределения с перекрытием окон впуска и выпуска поршнями, а также с перекрытием впускных окон поршнем и выхлопных - цилиндрическим золотником. Наиболее универсальным, применимым и для 2-тактного, и для 4-тактного процесса, было дисковое распределение, которое всесторонне исследовалось теоретически и экспериментально на многих установках и в различных вариантах.

Детальное изучение конструктивных особенностей дискового газораспределения показало, что эта система наиболее применима для блочных двигателей жидкостного охлаждения. Основным элементом системы являлся плоский вращающийся диск, примыкавший своей боковой поверхностью к наружной плоской поверхности блока цилиндров.

В диске имелось профилированное окно, периодически соединявшее полость цилиндра с каналом в головке

цилиндра.

Проработка ряда вариантов показала, что весьма эффективной явилась разработанная В.И. Шальновым оригинальная система, в которой одна группа дисков управляла впуском, а другая - выпуском газов. Такая двухдисковая система давала возможность развить "дыхательную" способность двигателя и позволяла существенно сократить высоту цилиндра (например, у двигателей семейства "АМ" на 215 мм). Отсутствие возвратно-поступательного движения в системе газораспределения и хорошее наполнение цилиндра давало возможность повысить частоту вращения.

На экспериментальном цилиндре с таким газораспределением была получена мощность более 400 л.с. Использование 2-дисковой системы газораспределения давало возможность превратить отработанный четырехтактный двигатель в двухтактный путем изменения передаточного отношения к газораспределению с 1:2 на 1:1. Эта идея была экспериментально проверена с положительным результатом. Ценной особенностью 2-дисковой системы газораспределения было отсутствие необходимости изменения конструкции поршня. Все доработки заключались в регулировке моментов впрыска и зажигания и соответствующем сдвиге фаз впуска и выпуска.

Среди различных типов бесшатунных двигателей, динамика и конструкция которых рассматривалась и изучалась отечественными двигателями, наибольшее внимание было уделено схеме, предложенной С.С. Баландиным еще в 1935 г.

Отличительной чертой этой схемы была возможность осуществления рабочего процесса двойного действия, т.е. по обе стороны поршня. Для такого способа ведения рабочего процесса характерны большие тепловые нагрузки, что требует специальной системы принудительного охлаждения. Помимо того, через нижнюю рабочую полость (под поршнем) проходит шток, несущий поршень, что оказывает влияние на распределение топлива по объему и на прохождение фронта пламени.

Газообмен в нижней полости при клапанном газораспределении несколько затруднен ограниченным пространством, в котором размещается нижний клапанный механизм. Все это требовало детального экспериментального исследования на модельных, одноцилиндровых и блочных установках. Результаты экспериментальных работ показали, что возможные вредные последствия указанных особенностей процесса двойного действия в схеме, предложенной С.С. Баландиным, можно полностью устранить соответствующими мерами, и в работе верхней и нижней полостей можно

достичь практически одинаковых к.п.д.

Нужно отметить, что в институте был создан и испытан экспериментальный отсек 2-тактного дизеля двойного действия по схеме С.С. Баландина. В таком двигателе конструктор подошел к предельным возможностям тепловой машины в смысле использования рабочего объема и частоты циклов цилиндров, поскольку в каждом цилиндре за один оборот коленчатого вала совершалось два рабочих хода. Работы по этому двигателю были прекращены в 1951 г. в связи с переходом ЦИАМ на газотурбинную технику.

Параллельно с развитием отечественных АПД велось совершенствование агрегатов, комплектующих эти двигатели. Это касалось создания многоскоростных приводных центробежных нагнетателей, турбокомпрессорных агрегатов, карбюраторов, систем непосредственного впрыска топлива, высотных систем зажигания, систем запуска, систем охлаждения и смазки, систем автоматического регулирования. Конкретное рассмотрение хода этих работ и достигнутых при этом результатов выходит за рамки данной статьи. Отметим только, что эти работы велись широким фронтом и не только способствовали улучшению показателей отечественных поршневых моторов того времени, но и создали предпосылки для быстрого освоения в последующие годы оригинальных отечественных газотурбинных двигателей.



А.А. Бессонов
Мотор ММ-1



Л.Б. Эпштейн
Мотор М-300



С.С. Баландин
Мотор ОМ-127РН