

Создание двигателя вообще и в частности ДВС всегда ведётся поэтапно с учётом научного, технического и экономического потенциала отрасли и удовлетворения нужд страны. Обязательным условием, тем более в настоящий период, является обеспечение внедрения в изделия научно-технических достижений, позволяющих выйти на передовые рубежи в данной отрасли. Разместим эти условия в следующей последовательности:

1. соблюдение требований заказчика (или требований главного конструктора)
2. технический потенциал (опыт конструкторов, технологов, производственная база, исследовательская база, материалы)
3. экономический потенциал (рациональная стоимость проекта, рациональные сроки)
4. достигаемый уровень по показателям (как следствие этих показателей - престиж проекта, главного конструктора и страны)

Рассмотрим выполнение этих требований применительно к проекту двигателей на $N_e = 300...450$ л.с. $G = 150...200$ кг $C_e = 180 - 1.70$ г/л.с.ч.
H не более 1000 м (Высота).

Требования заказчика. Обычно это условие выдвигается заказчиком без учёта последующих трёх условий из желания получить двигатель с лучшими показателями.

Реальное обстоятельство, как правило, в дальнейшем корректирует эти требования до уровня достижимых результатов у разработчика, или разработчиков. Этот показатель нельзя считать объективным. В этих условиях скорее надо ориентировать на прогнозе по срокам создания двигателя. В нашем случае показатели двигателя соответствуют лучшим образцам по весу и на 20\$ превосходят по расходу топлива. Если оценить темпы улучшения показателей двигателей за последние 20 лет, то можно с уверенностью утверждать, что данный двигатель будет лучшим в течение не менее 10 и 15 лет.

Что касается более далёкой перспективы 2020 год и 21 век, то это будут (это прослеживается из информации) дизельные двигатели металлокерамическими узлами или охлаждаемые воздухом с расходом топлива 120 – 140 г/л.с.ч.

Итак, остановимся на перспективе до 2020 года со сроком создания двигателя 5–6 лет.

Пока к обсуждению на более далёкую перспективу мы не готовы. Это понятно без объяснений.

Изучая опыт двигателестроительных фирм можно увидеть, что конструктивные схемы, разрабатываемые ими в течение длительного времени не меняются (исключения составляют революционные периоды, когда на смену приходят качественно новые типы двигателей, скажем, с новыми тепловыми циклами). Это не случайность, а закономерность и не соблюдение этого закона неизбежно приведёт к потере времени, экономическим и моральным затратам.

Однако это вовсе не означает, что надо отказаться от поисков, анализов,

расчётов, качественно новых решений. Напротив, надо усиленно вести эти поиски, и это соответствует духу времени, чтобы не оказаться в хвосте событий развития техники.

Если мы признаём действие этой закономерности, то надо внимательно рассматривать последующие три условия и их анализ приведёт к единственно правильному решению за рассматриваемый период.

Нет необходимости доказывать, что наш технический, экономический потенциал и достигаемый уровень показателей ограничивает наш выбор двигателем звездообразной схемы с 4-х. тактным циклом с умеренной степенью наддува. С выбором такой схемы двигателя удачно сочетается требование по весу. При прочих одинаковых параметрах по термодинамике двигатели звездообразной схемы всегда будут легче прочих двигателей на 10 – 15%,

Конструктивно эти двигатели немного проще и технологичнее.

Есть у этих двигателей и недоработки, о которых неоднократно говорилось и обсуждалось. Одним из главных (мне представляется от недостатка анализа) считается большая площадь в поперечном сечении. Конечно по данному вопросу, можно много говорить и утверждать, что это не главный недостаток, особенно для одномоторных самолётов, но объективно надо согласиться, что площадь действительно велика, поэтому естественно желание уменьшить этот габарит.

Начиная с 1973 года из тематических планов ОКШ практически были исключены работы по совершенствованию серийных двигателей семейства М-14, (увеличение мощности, сокращение расходов, уменьшение веса и др.). Мне также не удалось убедить своих коллег, и генерального конструктора в том, что наши двигатели имеют хорошую перспективу, если над ними поработать в плане, приведённом ниже, о чём я неоднократно говорил.

И, только в 1991 году, стало ясно сколь недалёковидными были конструкторы ОКШ, когда стало очевидным, что время поршневых двигателей ещё не прошло и в частности и для двигателей М-14.

Эти предложения пишу не для того, чтобы оправдать себя, а для того, что в случае возврата к более широкому производству и поставкам на экспорт вновь пришедшее поколение конструкторов на заводе смогли бы как-то оценить эти предложения и принять их к реализации.

Для конструкторов ОКШ я эти предложения давал, но находясь под влиянием генерального конструктора, они толи боятся (а скорее из-за отсутствия опыта) не могут даже дать им оценку, т.к. до 1990 года практически не работали по этим двигателям.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

по созданию перспективных поршневых двигателей

Возврат интереса к поршневым двигателям вполне оправдан и объясним. Только недалёковидность отдельных руководителей центра под флагом "Двигатели с трением бесперспективным" позволила нам отстать от зарубежного опыта на 35 лет. Ликвидировать этот разрыв чрезвычайно трудно. Только оригинальность технического решения (обоснованная оригинальность)

может сократить это отставание.

В связи с взрывом потребности в быстром и мобильном транспорте, каким являются лёгкие самолёты и вертолёты индивидуального пользования, необходимы прогнозы в развитии поршневых двигателей, поскольку именно такие двигатели оказались незаменимыми для решения этой задачи. В нашем ОКБ пока отсутствует полноценный орган, прогнозирующий этот процесс.

Здесь высказываю своё видение этого процесса. Это высказывание требует обсуждения с тем, чтобы выявить слабые стороны моих прогнозов и принять единственно правильное решение, т.к. ошибка сейчас может навсегда закрыть для ОКБ тематику двигателей.

По прогнозам специалистов США. (экспресс информация № 8 УШ 1967) перспектива этой области техники на 50 лет показывает, что пока двигателям с циклом Отто отводится область с большим применением. Однако методов конструктивного совершенствования никто не высказывает. Это и понятно. А для конструкторов это крайне необходимо, т.к. можно пойти такими решениями, которые приведут в тупик.

Здесь я должен еще раз повторить замечательную мысль, которую приводил ранее, т.к. она заслуживает этого:

"Конструктор должен владеть искусством создания такой конструкции, которая эффективным образом объединяла бы в себе все необходимые критерии и нововведения.

Эти нововведения вместе должны давать сбалансированное практическое конструктивное решение. Неудачные конструктивные замыслы не могут быть улучшены с помощью усиленной доводки". (Джозеф Саттер).

Трудно возразить этой мысли лучшего конструктора США.

Вначале о двигателе М-14П.

Ведется, что этот двигатель должен стать базовым, во всяком случае для нас. Из истории развития техники известно, что каждая фирма практически не изменяет своих традиций и продолжает совершенствовать конструкции, опираясь на отработанную базу во всех отношениях (опыт, производство, кадры и т.п.).

Для нас же тем более желателен опыт доводки этого двигателя, т.к. по своим параметрам он находится среди лучших (что показали последние выставки), и во-вторых, класс "звезды" имеет бесспорные преимущества по весу. Я оцениваю преимущество по этому параметру в 10–15%. Единственным их недостатком, по мнению некоторых специалистов, является большая по сравнению с рядными двигателями площадь лобового профиля.

Однако более глубокое изучение этого вопроса показывает, что эта площадь практически равна площади сечения фюзеляжа самолёта (одномоторного) на уровне приборной доски пилота,

Самолёт Су-26 это наглядно демонстрирует. По отзывам специалистов, разбирающихся в этом деле, двигатель М-14П является на сегодня лучшим.

Вот как конкретно предлагается развитие двигателя:

Э Т А П I.

Улучшить внешний вид двигателя. Заменить дюритовые уплотнения на кожухах тяг по аналогии зарубежных; уплотнение дефлекторов сделать из профильной резины; устранить перетекание масла из маслобака в двигатель (ввести контрольную проверку перетекания в технологию). Решение, по которому конструкторы ОКБМ внедряют дополнительный бачок - ошибочно, и не устраняет возможного гидроудара.

Внедрить вал винта под винт MTV и другие европейские.

Этот этап выполнить и внедрить на двигатель в течение 6 месяцев.

Э Т А П II.

На двигателе применить новые магнето и систему топливопитания заказав эти агрегаты в Чехии или США в качестве технической помощи (под будущий расчёт от прибыли).

Такая модификация уменьшает вес двигателя на 10...15 кг и расходы топлива до Се 195...200 г/л.с.ч. на длительных режимах.

На этом же этапе внедрить на двигателе улучшенную систему запуска.

Двигатель можно будет выпускать в 3-х вариантах: 300, 360 и 400 л.с. В этих вариантах двигатели должны отличаться только нагнетателем, числом оборотов к.вала (на взлётном и номинальных режимах), а для двигателя 300 л.с. отсутствием (возможно) редуктора.

Срок реализации мероприятий по этому этапу не более 12 месяцев. Работу необходимо начинать одновременно с первым этапом.

Э Т А П III.

На двигателе изменить воздушный тракт, включая нагнетатель, смесесборник, всасывающие трубы, головки цилиндров.

Сделать конструктивно эти доработки по аналогии с двигателем G-200.

Эти мероприятия позволят поднять экономичность двигателя до уровня 185...190 г/л.с.ч, вес до 190...200 кг.и надёжность двигателя в варианте 450 л.с.

На этом этапе провести доработку отдельных узлов таких как привод кулачковой шайбы и разработать заднюю крышку с цилиндрическими колёсами приводов и с приводом от электростартера.

Этот этап потребует при активной организованности не менее 12...16 месяцев.

Необходимо иметь ввиду, что работы по проектам надо вести с самого начала принятия программы улучшения двигателя, а не последовательно.

Последовательно планировать только внедрение.

Э Т А П I V.

Разработка для этих двигателей (можно всех модификаций) отключаемого турбокомпрессора для сохранения "земной" мощности до заданных высот.

Работу по турбокомпрессору необходимо тщательно оценить и вести ее только тогда, когда заказчиком будет доказана необходимость в такой модернизации.

Я придерживаюсь другого варианта: двигатель должен быть с некоторым запасом мощности в условиях земли, но с регулируемым расходом по высоте. В качестве обоснования: согласовать режим Т.К. с поршневой машиной чрезвычайно сложно; как правило, не обойтись без клапанов, автоматики, что усложняет двигатель, снижает надежность. Точность постройки всего тракта по газодинамике ухудшается неточностями производственного характера.

Э Т А П V.

Каждый из трех видов двигателей, рассмотренный выше, легко (это доказано опытом создания двигателя М-3) может стать базой для продолжения мощностного ряда двигателей путем уменьшения цилиндров. Сделав 7 цилиндров, мы получаем двигатели мощностью 230, 280, 310 л.с; оставив в ряду звезды 5 цилиндров, получаем двигатель мощностью 170, 200 и 220 л.с. (при этом веса двигателей соответственно уменьшаются на веса сокращенных цилиндров) и, наконец, оставив 3 цилиндра, получаем двигатели мощностью 90, 120 и 135 л.с.

В конструкции двигателя М-3 из-за спешки были допущены такие упрощения, которые дискредитировали идею создания такого варианта.

Необходимо было выполнить следующие доработки и узлы:

1. новый упрощенный картер,
2. новый упрощенный гл.шатун,
3. уменьшить ход поршня до 105 мм,
4. новые маятниковые противовесы,
5. повысить обороты до 3200,
6. сохранить редуктор с регулятором винта.

В таком варианте двигатель с мощностью 130 л.с, был бы весьма популярен.

В исполненном варианте двигатель весьма непригляден, и порою неловко выслушивать оскорбительные выражения в адрес конструкторов.

Т.о., мы получаем 12 модификаций двигателей для любых нужд легкомоторной авиации, НЕ МЕНЯЯ БАЗЫ (во всех отношениях).

Конечно же уменьшение цилиндров должно сопровождаться изменением соответствующих узлов (для веса), а не механическое, как это сделано на М-3.

На этапе П можно, а скорее это необходимо, уменьшить ход поршня на 105 мм, и тогда получается двигатель в диаметре всего 840 мм для варианта 7 цилиндров и мощностью 300 л.с.

Необходимо иметь ввиду, что двигатели по формуле "звезда" имеют значительное преимущество в охлаждении, что позволяет иметь на них очень простые средства, обеспечивающие равномерное, распределение температур по цилиндрам и всем узлам, что играет важную роль в распределении нагрузок на детали.

Дальнейшее форсирование двигателя для уменьшения веса и занимаемого объема (форсирование выше 500 л. с. для поршневого двигателя бесперспективно, т.к. в этой области конкурировать ПД с ГОД сложно), возможно двумя путями: либо повышением параметров цикла, либо увеличением числа циклов в единицу времени.

По первому методу требуется мощная исследовательская база и достаточный опыт, и вряд ли можно ожидать скорой реализации задачи, во всяком случае, в наших условиях. А вот увеличить число циклов в единицу времени, перейдя на двухтактный цикл, для звездообразного двигателя довольно легко, сохранив параметры цикла примерно такими же, как и в двигателе М-Т4П.

Выпуск газов сделать надо через клапан. При такой схеме продувки улучшаются Параметры циклов, исключается длительная доводка газодинамики, т.к. процесс становится управляемым одним клапаном.

Двигатель по такой схеме резко уменьшается в весе, габаритах. При условиях, оговоренных выше, мощность двигателя будет равна 600 л.с. Расход топлива будет несколько выше, но его можно выдержать в пределах 190 г/л.с.ч. при соответствующей аппаратуре, регулирующей по всем параметрам двигателя и атмосферы, можно ожидать расход в пределах 180 г/л.с.ч. Диаметр этого двигателя будет в пределах 800 – 900 мм.

Но двигатель мощностью 600 л.с, по мнению разработчиков летательных аппаратов, не подходит для легких самолетов, и тогда основной базовой моделью двигателя этого типа для дальнейшего развития и совершенствования предлагается двигатель из 7-ми цилиндров мощностью 420 – 450 л.с. и из 5 цилиндров -мощностью 300 – 330 л.с.

Параметры двигателей приведены в таблице. Конечно, из всех рядов в будущем надо оставить только те, которые больше всего подходят под потребности заказчиков. Я предлагаю оставить те, которые заштрихованы.

На что необходимо обратить внимание:

1. вес двигателя в варианте 7 цилиндров – 160 – 170 кг;
 2. диаметр – 840 – 850 мм;
- Это уже прекрасно.

Что примечательно в этой эволюции двигателя М-14П, это:

1. большая приемственность;
 2. несложные переделки последующих моделей;
- практическое сохранение производственной базы;

3. отсутствие необходимости больших исследовательских работ, а следовательно, затрат.
4. согласуется со скудеющими конструкторскими кадрами.

Кроме вышеуказанной программы улучшения и модернизации двигателя есть еще весьма привлекательное предложение, которое позволит снять последний аргумент оппонентов по большой площади поперечного сечения - переход на двухрядную звезду (по 3 цилиндра в ряд и по 5 цилиндров) В этом случае при уменьшении хода поршня до 105 мм можно получить двигатель в диаметре по обводам 650...700 мм что совпадает с размером по высоте рядного двигателя типа Лайкоминг и Континенталь.

Такая модернизация хотя и не нова, но она по истине сделает двигатель мощностью 300 и 450 л. с. вне конкуренции.

С таким предложением я выступал еще в 1986 году, и за это время хотя бы проект можно было бы сделать. Но мы пошли по пути "плоского" и "X-образного" двигателя, что во многом отбрасывает наш опыт и ставит на путь начала работ, на котором были конструкторы таких двигателей лет 20...30 назад. За 3,5 года "догнать" конструкторов таких фирм, как Теледаип вряд ли возможно.

Рассмотрим в этом варианте двигатель по схеме "звезда" с мощностью 300 л.с. При семи цилиндрах с рабочим объемом 7 л с укороченным ходом поршня и длиной шатуна можно достичь диаметра не более 800 мм. Этот диаметр всего на 150 –180 мм больше высоты таких двигателей, как Лайкоминг Континентал, где этот размер 680 мм и 664 мм и на 200 – 280 мм двигателей в классе 300 л.с. Предлагаемый нами двигатель при этом будет на 40 – 50 кг легче зарубежных образцов. Двигатель при этом более компактный и проще в обслуживании.

Все это пока при параметрах по термодинамике серийного двигателя. Значительно можно уменьшить диаметр (до 700 мм), если пойти на двухрядную звезду по три цилиндра в ряду.

Придется форсировать на 15% цикл, но полагаю, что за 5 лет такой двигатель с нашей базой создать невозможно, но готовиться к нему, хотя бы на проектной стадии, я рекомендую.

И, наконец, следующий путь - это значительная форсировка цикла для получения мощности порядка 60 – 80 л.с. с 1 литра, при этом значительно уменьшить размеры цилиндра и скомпоновать двигатель на этой базе в 7-цилиндров в 1-ом ряду, с 6-цилиндра-ми в 2-х рядах и с 10-цилиндрами в 2 рядах.

Уменьшение размера цилиндра при форсировках всегда ведет к уменьшению тепловой напряженности.

При таком подходе к решению задачи, полагаю можно получить двигатель с сечением в 500 мм – 600 мм.

И так, подводя итог, я предлагаю рассматривать с учетом наших условий следующие варианты:

I - Семицилиндровый двигатель на базе цилиндров М-14П

Период создания
2020 год
с Nл= 40 – 50 л.с.

II - Шестицилиндровый двигатель двухрядный на базе цилиндров М-14П

III - Семицилиндровый I ряд.

IV- Шесть цилиндров 2 ряда

V - Десять цилиндров 2 ряда

Период создания
2025 год
с Nл = 100 л. с.

Можно, конечно, начать с двигателей Ш-У вариантов, но это потребует форсировки всей нашей базы и работы всего коллектива.

Понятно, что показатели двигателя во многом зависят от систем. Здесь требования известны и их надо реализовать независимо от решений по двигателю.

Для более уверенного прогноза на начало 21 века необходим более обширный поиск и анализ.

Из своего анализа могу предположить, что на период до 2050 года это будут двигатели с несимметричной прямоточной продувкой (щель – клапан) с неохлаждаемыми элементами.

ДО 2100 года, думаю, появятся двигатели внешнего сгорания с теплообменными контурами, работающими по замкнутым циклам с объемными расширительными агрегатами без поступательно движущихся частей.

Конечно, если не появятся новые виды топлива с принципиально новым преобразователем энергии в механическую работу.

Варианты поршневых двигателей на базе двигателя М-14П

Марка двигателя	Число цилиндров	Мощность, л.с.	Число оборотов в мин	Расход топлива, г/л.с.ч (крейсер)	Вес, кг	Вид запуска	Габариты (диаметр, длина)	Объем, л	О цил. Ход	Год создания
М-14П	9	360	2800	210	215	Возд.	985-924	10,16	105x130	Серийный
М-14ПФ	9	400	2950	210	215	Возд.	985-924	10,16	105x130	Серийный
М-14М	9	300	2600	195	200	Возд.	985-924	10,16	105x130	1992
М-14ПМ	9	360	2800	195	200	Возд.	985-924	10,16	105x130	1992
М-14ПФМ	9	400	2950	195	200	Возд.	985-924	10,16	105x130	1992
М-14М1	9	300	3000	180	190	Элек.	840-900	8,2	105x105	1993
М-14ПМ1	9	360	3200	180	190	Элек.	840-900	8,2	105x105	1993
М-14ПФМ1	9	400	3400	180	190	Элек.	840-900	8,2	105x105	1993
М-7	7	230	3000	180	150	Элек.	840-900	6,35	105x105	1994
М-7П	7	280	3200	180	150	Элек.	840-900	6,35	105x105	1994
М-7ПФ	7	310	3400	180	150	Элек.	840-900	6,35	105x105	1994
М-5	5	170	2700	180	105	Элек.	840-900	4,55	105x105	1994
М-5П	5	200	2800	180	105	Элек.	840-900	4,55	105x105	1994
М-5ПФ	5	220	2850	180	105	Элек.	840-900	4,55	105x105	1994
М-3	3	90	2500	180	80	Элек.	Высота-Дл.620-900	2,74	105x105	1994
М-3П	3	120	2600	180	80	Элек.	620-900	2,74	105x105	1994
М-3ПФ	3	140	2750	180	80	Элек.	620-900	2,74	105x105	1994
Двухтактные										
М-9Б2	9	600	2800	190	280	Элек.	840-900	8,2	105x105	1995
М-7Б2	7	430	2800	185	200	Элек.	840-900	6,35	105x105	1995
М-5Б2	5	320	2800	185	170	Элек.	840-900	4,55	105x105	1995
М-3Б2	3	200	2800	180	100	Элек.	Высота-дл. 620-900	2,74	105x105	1995