

Иванов Дмитрий Николаевич

**Основные принципы
карбюрации авиационных
двигателей**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Д53

Д53 **Дмитрий Николаевич И.**
Основные принципы карбюрации авиационных двигателей / Иванов Дмитрий
Николаевич – М.: Книга по Требованию, 2022. – 104 с.

ISBN 978-5-519-86568-5

ISBN 978-5-519-86568-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

Глава четвертая.

Меры к повышению наполнения цилиндра смесью.

Насильственное наполнение	72
Установка приемного патрубка навстречу движению самолета . . .	—
Компрессоры	73
Наддувка Рикардо	—
Центробежные насосы	—
Компрессор Стюртевант	74
Английская конструкция	75
Турбокомпрессор	—
Турбокомпрессор Рато	77
Турбокомпрессор „Moss“	78

Глава пятая.

Подогревание.

Охлаждение карбюратора при испарении бензина	80
Виды подогреваний	—
Водяное подогревание бензина	81
Водяное подогревание смеси	—
Смешанное водяное подогревание	—
Масляное подогревание смеси	—
Масляное подогревание воздуха	—
Воздушное подогревание	—

Глава шестая.

Бензинопитание.

Элементы бензинопроводки. Баки	82
Литромеры	—
Трубки	—
Фильтры-отстойники	83
Краники	84
Манометры	—
Редукционный клапан	—
Ручные воздушные насосы	85
Механические воздушные насосы	—
Бензиновые насосы	—
Помпа АМ	86
Ветрянка РІ	89
Схемы бензинопитания. Самотек	90
Подача воздушным давлением	—
Подача бензина насосом или ветрянкой	91
Вакуум-подача	92
Вакуум-аппарат	—
Особенности бензиноподачи при установке компрессора	93

Глава седьмая.

Приемные воздушные патрубки и всасывающие трубы.

Подвод воздуха к карбюратору	96
Всасывающие трубы-смесепроводы	—
Конструкция смесепроводов	97
Материал для трубопроводов	—
Вопросы для повторения	98

ВВЕДЕНИЕ.

Понятие о карбюрации. Современные авиационные двигатели работают как на легком, так и на тяжелом жидком топливе. Сгорание топлива в авиадвигателях происходит в закрытом цилиндре, и поэтому наряду с топливом в цилиндр должно быть введено строго определенное количество воздуха, необходимое для реакции горения. В настоящем руководстве будут рассмотрены процессы смесеобразования при применении легкого жидкого топлива. Легкое топливо должно быть в испаренном состоянии. Поэтому, пользуясь энергией струи воздуха, идущего в цилиндр двигателя, топливо распыляют, что ускоряет его испарение и облегчает перемешивание с воздухом. Получается *газообразная* горючая смесь.

Процесс приготовления газообразной горючей смеси носит название *карбюрации*. Наиболее подходящим русским термином для этого процесса служит термин *газообразование*.

Карбюратор. Прибор, в котором происходит смесеобразование, начиная с распыления бензина, его испарения и кончая установлением состава смеси, носит название *карбюратора* (газообразователя). Карбюратор обычно имеет приспособление для регулировки числа оборотов двигателя — мощности двигателя. Это приспособление состоит из особой заслонки *дросселя* или дроссельного клапана, с помощью которого можно изменять сечение всасывающего трубопровода (увеличивать или уменьшать гидравлические сопротивления и тем самым изменять вес заряда смеси).

Процесс газообразования начинается в карбюраторе распылением и испарением бензина и заканчивается в цилиндре к моменту вспышки, т. е. он продолжается в течение всасывания и сжатия. Процесс газообразования протекает в смесительной камере карбюратора, во всасывающем трубопроводе и оканчивается в цилиндре.

Таким образом выясняется, что карбюратор должен обеспечивать распыление бензина и, хотя бы частичное, испарение и перемешивание его с воздухом в определенных количествах.

Определение количества воздуха для сгорания 1 кг бензина. Определение количества воздуха, потребного для сгорания 1 кг бензина, т. е. так называемой „теоретической потребности воздуха“, производится по формуле:

$$L_0 = 8 \frac{\left(\frac{C}{3} + H\right)}{0,23} - \text{кг.}$$

Здесь C и H — количества углерода и водорода в килограммах, заключенные в 1 кг бензина. Вывод этой формулы не представляет никаких затруднений. Пусть имеется бензин, содержащий C кг углерода и H кг водорода в одном кг бензина. Мы знаем, что горение углерода протекает по реакции $C + 2O = CO_2$, т. е. что при полном сгорании углерод образует с кислородом углекислый газ. Зная, что атомный вес углерода равен 12, а кислорода 16, заключаем, что в молекуле углекислого газа на 12 весовых частей углерода приходится 32 весовых части кислорода, или на 1 кг углерода $\frac{8}{3}$ кг кислорода. Имея заданием сжечь C кг углерода, а не 1 кг, найдем, что для сжигания C кг углерода необходимо $\frac{8}{3} C$ кг кислорода.

Аналогично, зная, что водород сгорает в воду, т. е. $2H + O = H_2O$, и принимая атомный вес H за единицу, найдем, что для сгорания 1 кг водорода понадобится 8 кг кислорода, а для H кг водорода потребуется $8H$ кг кислорода. Всего же для 1 кг бензина потребуется кислорода

$$\frac{8}{3} C + 8H = 8 \left(\frac{C}{3} + H\right) \text{ кг.}$$

Однако чистым кислородом мы не располагаем, а имеем его в воздухе в количестве 0,23 кг в 1 кг воздуха. Тогда количество воздуха

$$L_0 = 8 \frac{\frac{C}{3} + H}{0,23} - \text{кг.}$$

В качестве примера вычислим теоретическую потребность воздуха L_0 для бензина, весьма близкого по составу к нашему авиационному бензину, в котором $C=84\%$ и $H=16\%$, т. е. в 1 кг бензина $C=0,84$ кг и $H=0,16$ кг.

$$L_0 = 8 \frac{\frac{0,84}{3} + 0,16}{0,23} = 8 \frac{0,44}{0,23} = 15,3 \text{ кг.}$$

Последняя величина и будет нами считаться теоретической потребностью воздуха для русского авиационного бензина.

Коэффициент избытка воздуха. Чтобы определить качество смеси независимо от сорта бензина, принят так назы-

ваемый „коэффициент избытка воздуха α “, который представляет собой отношение количества воздуха, действительно приходящегося на 1 кг бензина в данной смеси, к теоретически необходимому.

Смесь паров бензина с воздухом может гореть лишь при составах ее, лежащих в довольно узких пределах (предел воспламенимости) от $\alpha \cong 0,5$ до $\alpha \cong 1,3$.

При $\alpha = 1$ смесь с теоретическим количеством воздуха.

„ $\alpha < 1$ — „богатая“.

„ $\alpha > 1$ — „бедная“.

В авиадвигателях α колеблется от 0,8 до 1,2, не вызывая никаких дефектов в работе двигателя: несколько изменяются лишь мощность двигателя и расход горючего на лошадиную силу в час. $\alpha = 0,8; 0,9$ (точнее 0,85 — 0,92) соответствует режиму максимальной мощности („богатая смесь“) — неполное сгорание. Повышение мощности при „богатой смеси“ обуславливается тем, что смесь при 10% недостатке воздуха сгорает с наибольшей скоростью.

$\alpha = 1,1; 1,2$ (точнее 1,05 — 1,15) определяет режим наибольшей экономичности (смесь бедная) = сгорание полное.

Испарение бензина. Идеальным будет такой карбюратор, который дает смесь, состоящую исключительно из сухих паров бензина и воздуха. При быстроходности современных двигателей на испарение бензина отводится чрезвычайно малый промежуток времени, и поэтому желательно создать наиболее благоприятные обстоятельства для процесса испарения топлива.

Разберем, в чем заключается процесс испарения.

Представим себе, что какая-либо жидкость, например бензин, находится в незакрытом сосуде. Современная физика рассматривает жидкость как тело, состоящее из мельчайших частиц — молекул.

Молекулы эти находятся в непрерывном движении (так называемое „тепловое движение“). Каждая движущаяся молекула на пути своего движения встречает другие молекулы и, вследствие ударов о них, изменяет направление своего движения. Если молекула находится близко к поверхности жидкости, то может случиться, что движение ее будет направлено наружу, т. е. прочь от жидкости. Такая молекула сможет перейти из жидкости в соседнюю среду, т. е. испариться, при условии однако, что скорость ее достаточна для того, чтобы частица смогла преодолеть сопротивление „плены натяжения“, которой жидкость бывает ограничена от другой среды, и что молекула не встретит на пути препятствия в виде другой молекулы.

Естественно, что чем больше поверхность соприкосновения жидкости с воздухом, тем больше окажется таких частиц, которые будут в состоянии преодолеть сопротивление

плены натяжения и перейти из жидкости в газообразное состояние.

Таким образом поверхность соприкосновения жидкости с воздухом влияет на ее испарение.

С повышением температуры жидкости скорость движения частиц возрастает, а следовательно увеличивается и их живая сила. Число частиц, могущих преодолеть сопротивление плены натяжения, в этом случае также возрастает, т. е. скорость испарения жидкости увеличится.

Кроме плены натяжения переходу молекул из жидкого в газообразное состояние препятствует давление среды, окружающей жидкость, на ее поверхность.

С уменьшением этого давления скорость испарения увеличивается.

Род жидкости, т. е. расположение ее молекул, их скорость и взаимное сцепление не могут не влиять на скорость испарения. Обычно различают легко летучие жидкости (бензин, эфир и т. п.) и тяжелые жидкости. Для бензина летучесть возрастает с уменьшением удельного веса его.

Таким образом на испарение бензина влияют: 1) величина испаряющей поверхности, 2) температура бензина, 3) давление в смесительной камере, 4) удельный вес бензина и 5) неупомянутый фактор — степень насыщения воздуха парами горючего. Из этих факторов без ущерба для работы двигателя можно лишь увеличить поверхность испарения бензина, что достигается распылением бензина на мельчайшие капельные частицы. Помимо увеличения поверхности распыление бензина позволяет воздуху перемешиваться с ним и доставляет его по всасывающему трубопроводу в цилиндры.

Следует обратить внимание, что времени для полного испарения бензина в смесительной камере (около 0,002 сек.) безусловно недостаточно, почему выше и было сказано, что карбюратор должен обеспечивать распыление бензина.

Повышение температуры бензина и воздуха и понижение давления в смесительной камере ухудшают весовое наполнение цилиндра. Уменьшение удельного веса бензина экономически не выгодно и увеличивает опасность пожара самолета. Со степенью насыщения воздуха бензиновыми парами оперировать не представляется возможным, так как она определяется качеством смеси. Следовательно, чтобы создать условия, облегчающие испарение бензина, последний необходимо распылить, что и осуществляется соответствующим устройством карбюратора.

Влияние качества смеси на работу двигателя. Кроме смеси с теоретическим количеством воздуха, бедной и богатой, на которых двигатель работает без всяких дефектов, могут представиться случаи, когда коэффициент избытка воз-

духа, вследствие каких-либо причин, примет значение меньше 0,8 или больше 1,2, оставаясь в пределах воспламенимости.

В первом случае смесь чрезмерно обогатится, во втором — станет чрезмерно бедной.

Чрезмерно богатая смесь. Работа на чрезмерно богатой смеси неблагоприятно отражается на состоянии двигателя.

Признаками работы на такой смеси служат: коптящее и светящее пламя их выхлопных труб, едкий запах отработавших газов, вызывающий слезотечение и щекочущий в горле; при дальнейшем обогащении смеси появляются черный дым и стрельба на выхлопе (в патрубках, коллекторе или глушителе).

Чрезмерно богатая смесь вызывает:

1. *Перегрев двигателя вследствие ухудшения условий охлаждения.*

2. *Отложение нагара на стенках камеры сжатия, что влечет за собой преждевременные вспышки смеси в цилиндрах благодаря плохому отводу тепла от сжимаемой смеси.*

3. *Обгорание и коробление выпускных клапанов благодаря их перегреву.*

4. *Ухудшение смазки вследствие науглероживания масла и загрязнения его нагаром.*

5. *Потеря мощности как следствие понижения коэффициента подачи благодаря перегреву и неполному сгоранию.*

Чрезмерно бедная смесь. На чрезмерно бедной смеси двигатель глохнет. В случае же внезапного обеднения смеси, что может произойти из-за неисправностей бензино- или воздухопроводки, загрязнения или дефектов карбюратора, неисправностей всасывающего трубопровода и тому подобных дефектов, — малая скорость горения смеси искажает цикл работы двигателя, и к моменту начала следующего такта всасывания в цилиндрах двигателя будет находиться горящая смесь при давлении более высоком, нежели в нормальном цикле.

Раскаленные газы вырвутся во всасывающую трубу и воспламят находящуюся там горючую смесь.

Такая вспышка (чихание), носящая название „обратного выхлопа“, может повлечь за собой воспламенение карбюратора и пожар самолета.

Требования, предъявляемые к авиационным карбюраторам. Переходя к вопросу принципов устройства и работы авиационных карбюраторов, прежде всего перечислим условия, которым должны удовлетворять эти карбюраторы.

1. *Поддержание постоянства качества смеси независимо от режима работы мотора (т. е. числа оборотов мотора).*

2. *Легкий запуск и плавный малый газ.*

3. *Экономичность.*

Здесь может возникнуть недоразумение. Мы до сих пор говорили, что расход бензина зависит только от количества его в смеси с воздухом. Однако на практике экономичность (расход бензина) зависит также от тщательности приготовления горючей смеси, а не только от количественного соотношения бензина и воздуха в смеси. Если карбюратор будет только распылять бензин, то для создания того же эффекта понадобится большее количество горючего, нежели в том случае, когда бензин будет испарен.

Следовательно, в третьем условии мы говорим о *качестве приготовления смеси, т. е. о степени истаренности бензина, и о том, насколько хорошо пары бензина перемешаны с воздухом, т. е. об однородности смеси.*

4. *Простота конструкции карбюратора и удобство регулировки числа оборотов мотора, т. е. приемистость.*

5. *Безопасность карбюратора в отношении пожара.*

6. *Карбюратор должен поддерживать постоянство состава смеси независимо от высоты полета (барометрического давления).*

Классификация карбюраторов.¹ Авиационные карбюраторы могут быть классифицированы по следующим отличительным признакам:

А. По принципу подачи бензина через жиклер на: а) впрыскивающие и б) всасывающие.

Б. По отношению к составу смеси при подъеме на высоту: а) простые — не поддерживающие постоянства состава смеси с подъемом на высоту, б) карбюраторы с высотными приспособлениями (высотный кран), позволяющими поддерживать постоянный состав смеси с подъемом на высоту, в) карбюраторы моторов с повышенными размерами, позволяющими благодаря особенностям мотора поддерживать неизменность: 1) коэффициента избытка воздуха и 2) весового заряда смеси, поступающей в цилиндры.

Последний тип карбюратора или совершенно не отличается по конструкции от карбюраторов с высотными приспособлениями, или имеет дополнительные дроссели, открываемые при подъеме на высоту свыше 1 500—2 000 м.

Если дополнительных высотных дросселей нет, то при работе на земле и небольших высотах на нормальной (не повышенной) мощности не открывают рабочего дросселя полностью, т. е. не доводят коэффициент подачи двигателя до его наибольшего значения. Открытие этого дросселя на высоте полностью повышает коэффициент подачи, чем поддерживается весовое количество поступающей смеси.

¹ Многие принимают другую терминологию, но мы остаемся на этой.

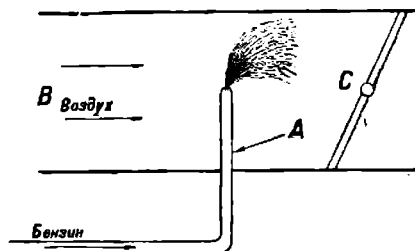
ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ВПРЫСКИВАЮЩИЕ КАРБЮРАТОРЫ.

Принцип подачи бензина. Характерным признаком впрыскивающего карбюратора является: *принудительная подача бензина постоянным напором через жиклер переменного сечения.*

Следует обратить внимание, что принудительная подача бензина понимается в том смысле, что сила, создающая истечение бензина, лежит вне мотора и не зависит от режима его работы.

Схема устройства впрыскивающего карбюратора представлена на фиг. 1. Работает этот карбюратор та-



Фиг. 1. Схема впрыскивающего карбюратора.

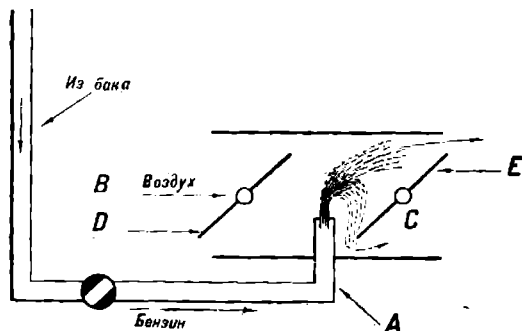
ким образом: при нисходящем ходе поршня давление в цилиндре понижается, вследствие чего воздух начинает поступать через всасывающую трубу. Струя воздуха, обтекая на своем пути жиклер, из которого при этом будет происходить истечение бензина, механически распылит бензин и унесет его с собой в цилиндры. Одновременно распыляемый бензин успеет частично испариться.

К сожалению, подобная простота устройства является единственным достоинством этого карбюратора. Главнейшими из отрицательных его сторон будут: а) отсутствие малого газа; б) возможность работы лишь на одном режиме, ибо изменение количества смеси тотчас повлечет за собой изменение качества. Действительно, при уменьшении проходного сечения, оставляемого дросселем, скорость воздуха над жиклером настолько уменьшается, что распыления бензина почти не происходит; если перенести дроссельную заслонку по другую сторону жиклера, т. е. ближе ко входному отверстию карбюратора, то при уменьшении проходного

сечения, оставляемого дросселем, увеличившиеся сопротивления вызовут понижение давления в месте расположения жиклера. Последнее обстоятельство увеличит напор, подающий бензин; количество бензина, вытекающее из жиклера, также увеличится, но, как и в первом случае, смесь сильно обеднится, так как скорость струи воздуха над жиклером также будет недостаточна для распыления бензина.

Возникает необходимость постановки двух дросселей (фиг. 2) или же конструирования одного дросселя, заменяющего два (Гном).

Независимо от того, каким образом регулируется количество воздуха, идущего к смешению, во впрыскивающем карбюраторе необходимо регулировать количество бензина, вытекающего через жиклер.



Фиг. 2. Схема впрыскивающего карбюратора с двумя дросселями.

Карбюратор Блок-тюб. Из впрыскивающих карбюраторов сохранился в установках до наших дней только карбюратор Блок-тюб, что говорит о его сравнительно высоких качествах.

Карбюратор Блок-тюб состоит из латунной коробки К (фиг. 3), в которой

ходит коромысловый латунный дроссель. Дроссель служит как для изменения количества воздуха, так и для изменения количества бензина.

Совместимость регулировок воздуха и бензина осуществлена посредством длинной конической иглы Е, укрепленной в дросселе. Своим жалом игла входит в устье жиклера; перемещение иглы глубже в жиклер уменьшает его сечение, подъем вверх — увеличивает. Так как игла жестко связана с дросселем, то всякое изменение проходного сечения для воздуха одновременно изменяет и подачу бензина. Таким образом устье жиклера с иглой образует игольчатый, регулирующий бензин, краник.

При закрытом дросселе жиклер должен быть плотно закрыт, иначе при неработающем моторе произойдет утечка бензина. Игла подбирается у основания такого сечения, чтобы полное закрытие устья жиклера произошло несколько раньше, нежели закроется окончательно дроссель. Укреплена игла на пружине, и поэтому при продвижении дросселя до-