

BOEING 737

ГЛУБЖЕ, ЧЕМ КНОПКИ



СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЕЙ

7

7

Boeing 737 - Двигатели | Подробно для симмеров. Дмитрий Кондрашов.



Дмитрий Кондрашов

**Boeing 737 – Двигатели |
Подробно для симмеров**

«Автор»

2025

Кондрашов Д.

Boeing 737 – Двигатели | Подробно для симмеров /
Д. Кондрашов — «Автор», 2025

Это 7-ая книга цикла «Boeing 737 — глубже, чем кнопки». Здесь вы узнаете о двигателях. Эта книга тем, кто:— летает на авиасимуляторах (X-PLANE, MSFS), виртуальным пилотам. — устал от переводов сложного FCOM. — не может найти более глубокие гайды. Чему вы научитесь: — Поймете строение двигателя CFM56 (двухконтурность, компрессоры и турбины). — Разберете шаг за шагом, как проходит масло и топливо в двигатель. — Сможете контролировать все 8 индикаций двигателей (N1, N2, EGT, FF...). Для этого разберем 2 дисплея — нижний и верхний DU. — Поймете, как компьютер ЕЕС защищает двигатель от превышения оборотов и температуры, контролирует топливо и датчики. — Разберетесь, что такое стартер и как запустить двигатель. Материал подойдет для новичков. Но может отпугнуть подробностями. Рекомендуется читать книги по порядку. Покупайте всю серию - выгоднее (если доступно).

© Кондрашов Д., 2025

© Автор, 2025

Содержание

Предисловие	5
Часть 1. Вентилятор	7
Часть 2. Компрессор Низкого Давления	11
Часть 3. Компрессор Высокого Давления	13
Часть 4. Двухкольцевая Камера Сгорания	14
Конец ознакомительного фрагмента.	15

Дмитрий Кондрашов

Boeing 737 – Двигатели |

Подробно для симмеров

Предисловие

Хотели понять B737 по-настоящему, а толковых книг на русском не нашли?

У меня была такая же проблема. В 2021 году я решил освоить «737» в симуляторе.

Я хотел понимать не на уровне "нажми кнопку – получишь результат". Мне нужно было понять, как самолет работает изнутри.

Я искал системное руководство на русском. Хотелось, чтобы в нем объясняли не только что делать, но и почему это именно так. Оказалось, такой книги нет.

Разве FCOM – это не решение?

Но ведь есть же FCOM. Это главный документ по системам самолета. Но он:

- Написан для профессионалов, язык сложный.
- Машинный перевод искажает термины и убивает логику.
- Без базы читать его – как разгадывать шифр. Знания не усваивались.

Эта книга – мост.

Эта серия книг решает ключевую проблему. Это не сухой FCOM и не поверхностный обзор «кнопок». Это глубокий разбор систем на понятном русском. Я разбил весь объем информации на 10 книг по системам (на 2025). Так вы сможете освоить их поэтапно:

1. Маяки
2. Авионика
3. Кондиционирование
4. Герметизация
5. Противообледенительная система
6. Автопилот + Радиосвязь
7. Двигатель
8. Управляющие поверхности
9. Гидравлика
10. Электрика

Именно эта книга рассказывает только о Двигателях. Она седьмая в порядке.

Покупайте книги в порядке их нумерации на обложках. Ведь каждая книга базируется на предыдущей. Так вы будете изучать самолет плавнее.

Покупайте всю серию книг разом, если на вашей платформе это возможно. Так цена за все книги будет ниже.

Зачем вам это «глубокое» понимание?

Чтобы не просто действовать по инструкции, а мыслить как пилот.

1. Это интеллектуальный восторг. Разобрать сложную систему как головоломку, увидеть логику инженеров – это особое, «техническое» удовольствие. Как понять шахматную комбинацию, а не просто передвинуть фигуру.

2. Это чувство настоящего контроля.

Не просто "нажал – сработало", а "я знаю, почему сработало, и что еще зависит от этого". Это власть над машиной, а не над интерфейсом. Разве вы хотели бы быть операторами, а не пилотами?

3. Это другой уровень реализма. Когда вы чувствуете пульс гидравлики, понимаете дыхание кондиционера, знаете, куда потечет ток при отказе. Именно тогда симулятор оживет. Это не графика, а ощущение живой системы.

4. Это азарт предвидения.

Вам не нужно будет ждать, пока замигает лампочка. Вы предугадаете, что может сломаться после первого отказа. Вы решите не шаги из списка, а инженерную задачу в реальном времени.

Пример: Пожар правого двигателя. И «кнопкодав», и профессионал выключат подачу топлива. Но дальше:

• **КНОПКОДАВ:**

«Топливо отключил. Какое следующее действие в списке?».

• **ПРОФЕССИОНАЛ:**

«Топливо отключил, двигатель остановился, пламя погасло. На двигателе завязано много других систем. Что отключилось, например, в системе электрики?»:

– Потеря: Генератор правого двигателя отключен.

– Последствия: Нагрузка всего самолета ляжет на один генератор двигателя №1.

– Резерв: Запущу вспомогательную силовую установку. Так заработает еще один генератор, напряжение восстановится. Батареи подстрахуют критические компоненты».

Понимая связи, вы:

– предвидите вторичные отказы,

– осознанно расставите приоритеты и

– поймете, ПОЧЕМУ процедура требует именно этих шагов.

Почему вы можете доверять этому тексту?

Я адаптировал, систематизировал и перевел профессиональные знания для вас. Основой послужили:

Официальный FCOM авиакомпании Ryanair.

Видео-курсы для пилотов а/к Thai Lion Air. Схемы и панели из этих источников позволят вам визуальнo ориентироваться на реальной приборной доске.

Глубокий анализ лекций Криса Брэди (Chris Brady) – инструктора-инженера B737 с 18+ годами опыта. Он автор книги и канала на YouTube "The Boeing 737 Technical Channel".

Ключевые термины и названия кнопок даны на английском. Так вы сможете уверенно ориентироваться в кабине. Все объяснения – на четком русском языке.

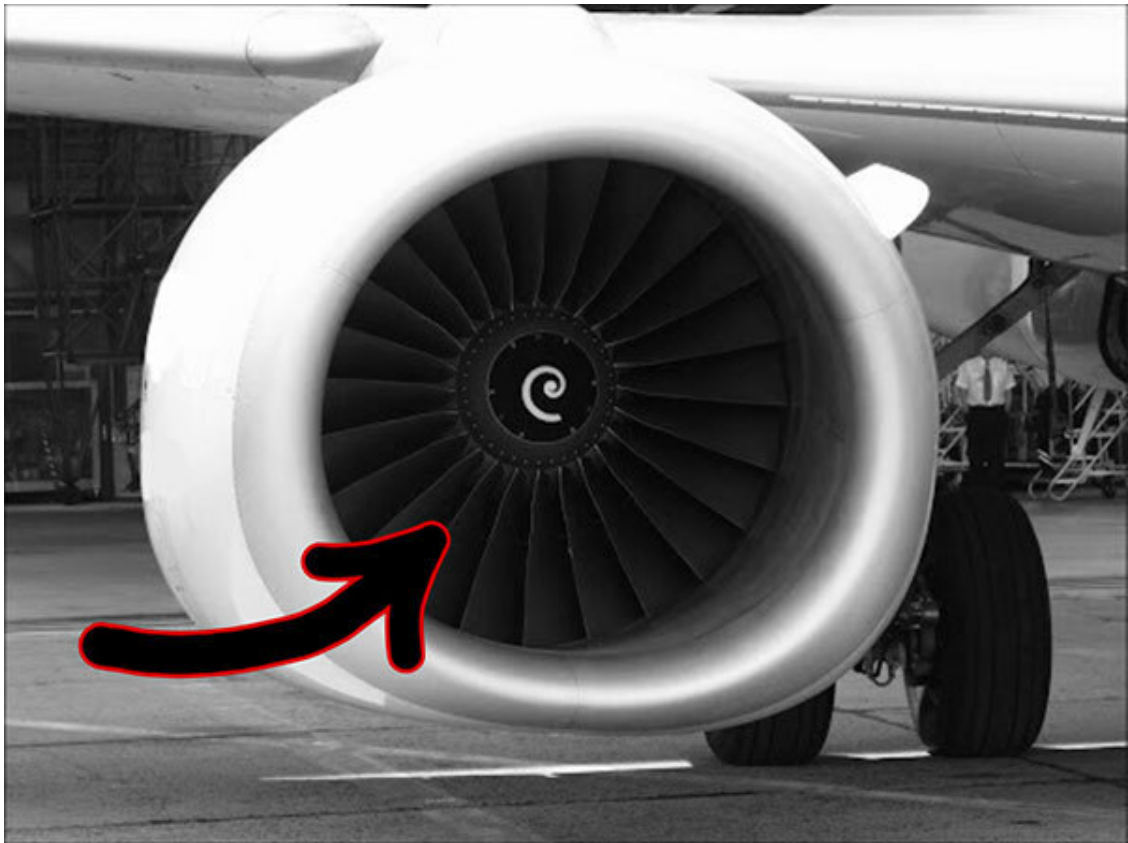
Если нашли ошибки или неточности: misterdi0808@gmail.com.

1. Как устроен двигатель?

Двигатель всасывает огромное количество воздуха в себя, как насос. Этот воздух – главное «топливо» для создания тяги. Давайте проследим его путь шаг за шагом.

Часть 1. Вентилятор

Модель двигателя на 737 – CFM56–7В. Его мы и будем рассматривать.
Первое, что встречает набегающий воздух – вращающийся вентилятор.



- Функция / устройство.

Вентилятор работает как мощный воздушный насос. Он резко ускоряет массу входящего воздуха. Его 24 лопатки изготовлены из титана. Диаметр – 1.54 м.

- Зачем? Без вентилятора двигатель не смог бы захватить и эффективно ускорить так много воздуха.

После вентилятора поток разделяется на 2 части – 2 контура. Из-за этого двигатель называется двухконтурным.

- Внешний контур. В него поступает 80 % воздуха от вентилятора. Этот широкий канал расположен по краю входного отверстия двигателя.

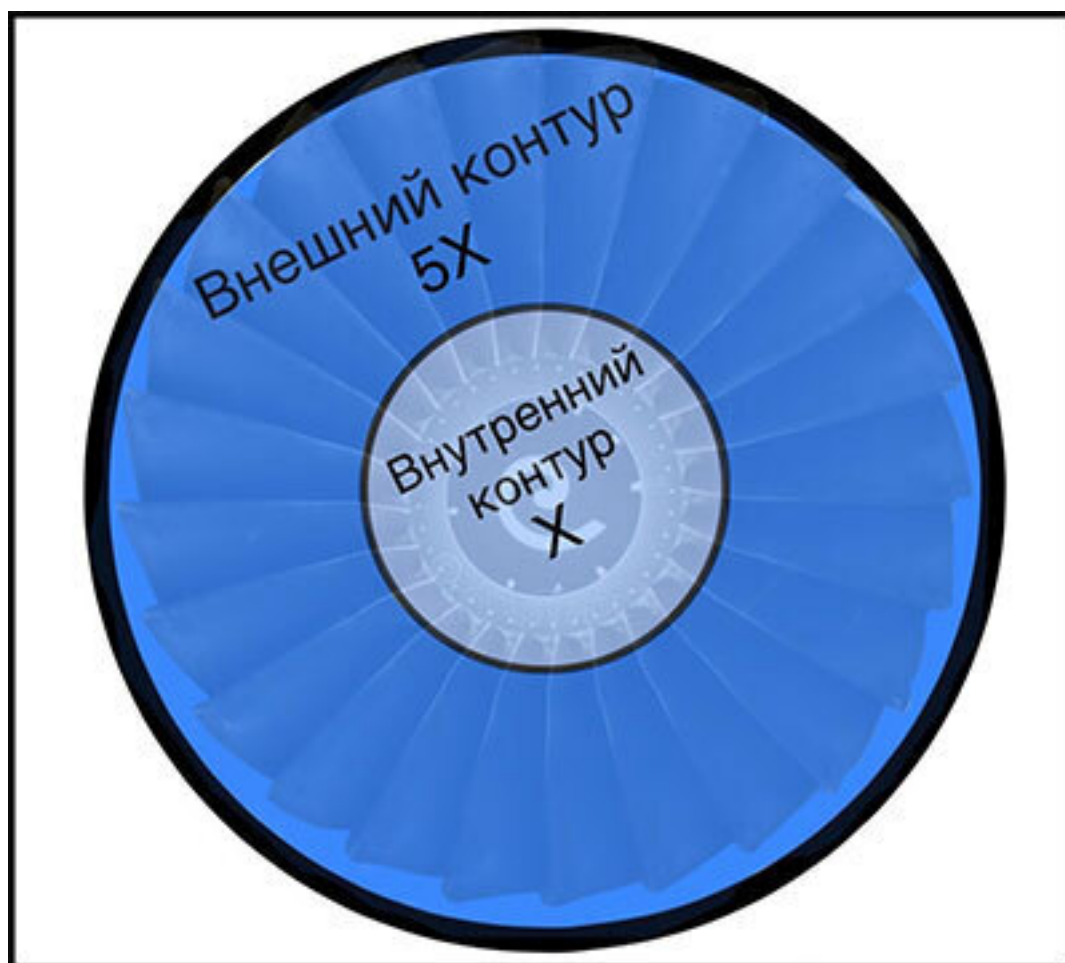
В воздух в этом контуре не вбрызгивается топливо. Этот канал – просто пустота.

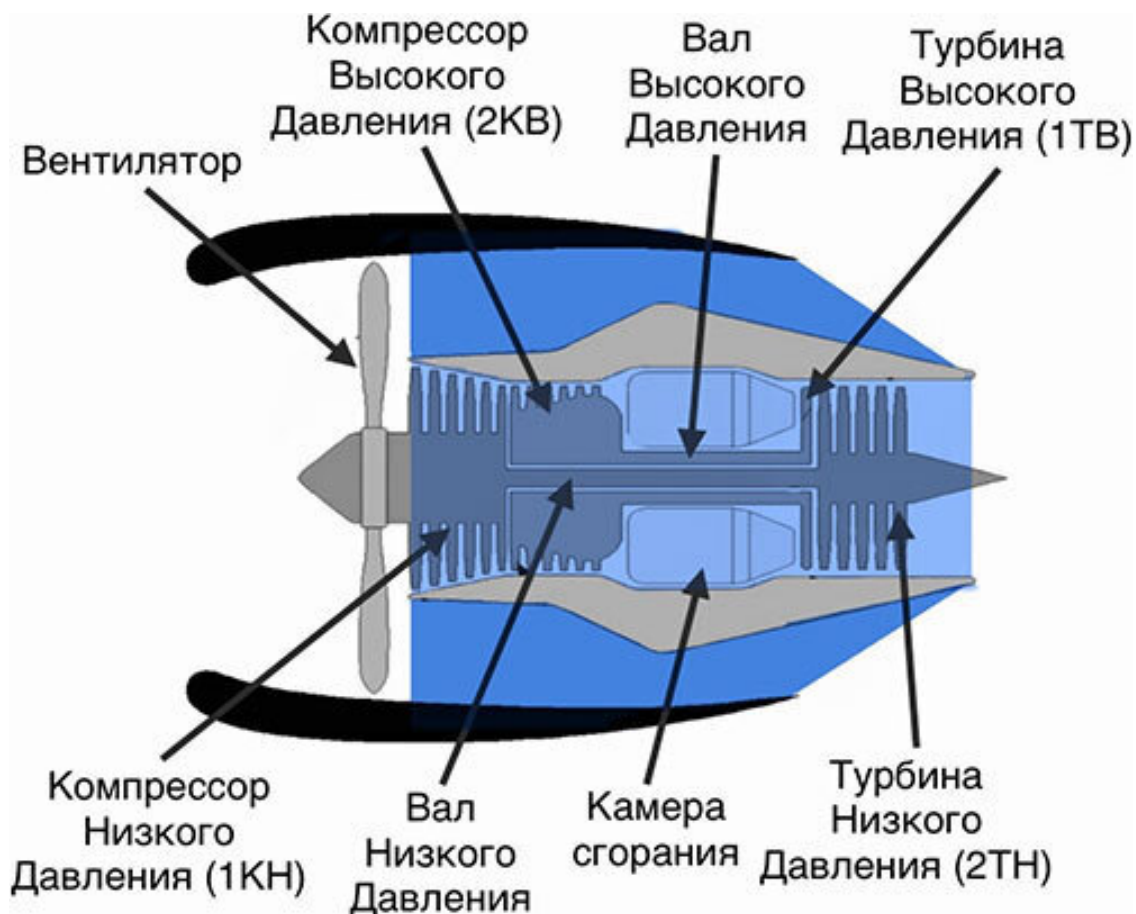
Он создает 80 % тяги всего двигателя.

- Внутренний контур. Он в 5 раз меньше, чем внешний. В него поступает 20 % воздуха от вентилятора. Это «цилиндр» в середине входного отверстия.

В этом канале находятся компрессоры, турбины и камера сгорания. Они ускоряют воздух намного быстрее, чем полый внешний контур. В воздух в этом контуре вбрызгивается топливо.

Он создает всего 20 % тяги.





Вот, как это выглядит в разрезе. Только авторы рисунка не соблюли пропорцию – внешний контур больше.



• Вопрос: Как полый внешний контур создает так много тяги – 80 %?! Ведь это просто пустота – посмотрите на рисунок с красными полосами.

А воздух, проходящий через внутренний контур с 2-мя компрессорами, 2-мя турбинами и поджиганием топливом создает всего 20 %?

- Ответ. Давайте рассчитаем тягу каждого контура по формуле. Затем сделаем вывод. Тяга = масса воздуха, умноженная на скорость воздуха.

Дано (внешний контур):

Масса – 80 усл. единиц.

Скорость на выходе – 275 м/с.

Дано (внутренний контур):

Масса – 20 усл. единиц.

Скорость на выходе – 385 м/с.

Решение:

1.) $80 \cdot 275 = 22\,000$ (тяга внешнего к.)

2.) $20 \cdot 385 = 7\,700$ (тяга внутреннего к.)

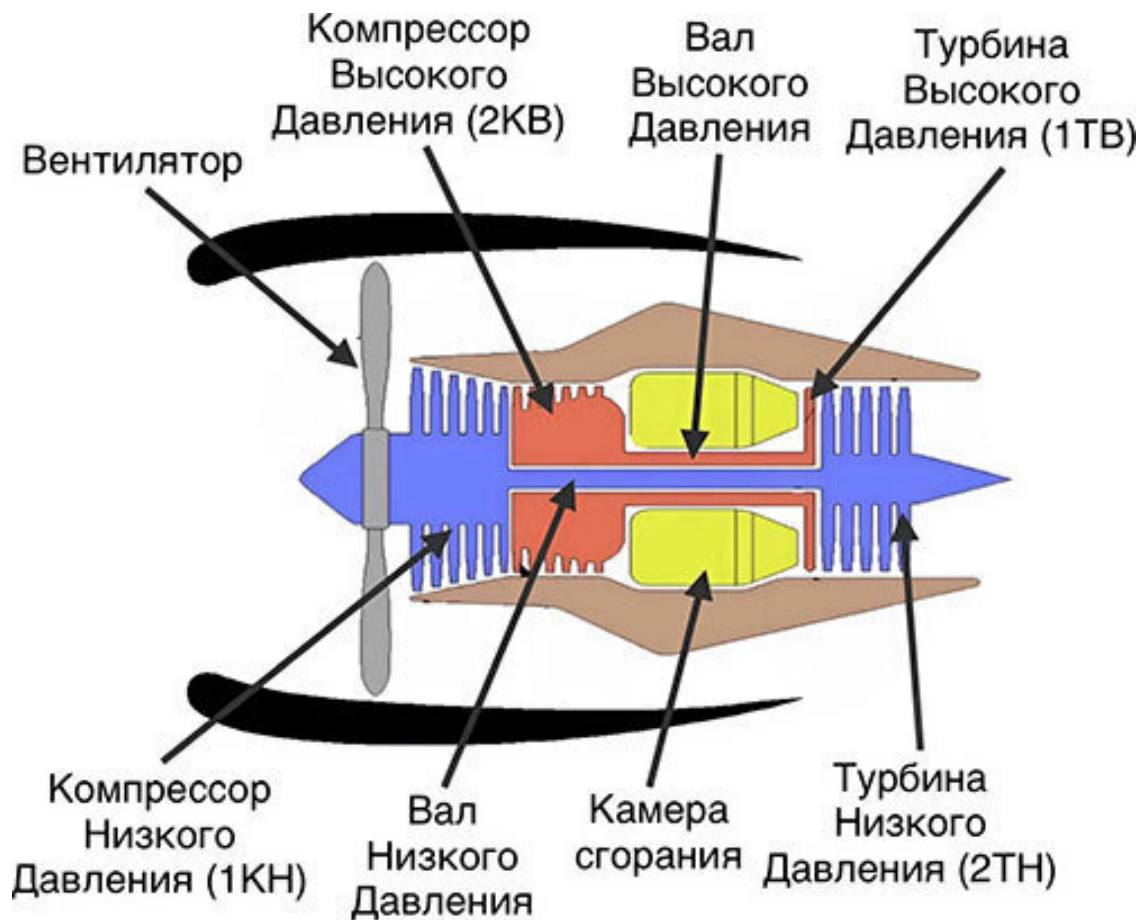
Тяга внешнего $22\,000 >$ Тяга внутреннего $7\,700$.

• Вывод: Расчет наглядно показывает, что тяга сильнее зависит от МАССЫ выброшенного воздуха, чем от его СКОРОСТИ.

Даже при меньшей скорости, огромная масса воздуха (80 %), прошедшего через внешний контур, создает львиную долю тяги.

Внутренний контур разгоняет меньшую массу (20 %) до большей скорости, но его вклад в общую тягу меньше.

Часть 2. Компрессор Низкого Давления



Строение двигателя CFM56-7B

Первое, с чем встречается воздух в внутреннем контуре – компрессор низкого давления. Назовем его так: 1КН.

1: первый компрессор по счету.

К: компрессор.

Н: это устройство Низкого давления.

Я буду сокращать по этой схеме все термины.

- Функция 1КН. Главная задача компрессора – сильно сжать воздух.

Зачем это нужно? Продолжай читать.

- Зачем сжимать?

- Кислород для огня: Двигателю нужно сжигать топливо, чтобы получить энергию для тяги. Горение требует воздуха. Много воздуха.

- Проблема большого объема: Если просто запустить в двигатель много воздуха, он будет занимать очень много места. Воздух будет слишком "разбавлен".

- Решение: Сжатие = Концентрация: Компрессор решает эту проблему. Он сжимает воздух. Этим его молекулы «упаковываются» плотнее. Так в том же объеме пространства теперь будет гораздо больше молекул воздуха.

- Результат для горения: Этот сжатый, насыщенный кислородом воздух подается в камеру сгорания. Здесь он смешивается с топливом и поджигается. Благодаря высокой кон-

центрации кислорода, топливо сгорает мощно и эффективно. Так выделится максимум энергии. Без компрессора такое интенсивное горение было бы невозможно.

• Устройство: 1КН имеет 4 ступени. При прохождении каждой ступени воздух сжимается все больше. Рассмотрим, как воздух проходит через одну из ступеней:

1. Ротор:

Как мощный вентилятор, он хватает воздух и увеличивает его скорость.

Результат: Воздух движется быстрее, но пока не сжимается!

2. Статор (Преобразование + Сжатие):

Статор состоит из нескольких горизонтальных каналов. Каждый из них в начале узкий, а потом постепенно расширяется. Статор стоит сразу же после ротора.

Что происходит:

– Быстрый воздух врывается в эти каналы.

– Из-за РАСШИРЕНИЯ каналов воздух ЗАМЕДЛЯЕТСЯ. Представьте реку, которая впадает в широкое озеро – течение замедляется.

– Движение замедляется. Но энергия движения НЕ исчезает – она превращается в ДАВЛЕНИЕ. А это давление сжимает воздух.

Как замедление скорости сжимает воздух?

Когда поток воздуха резко замедляется в РАСШИРЯЮЩЕМСЯ канале, молекулы воздуха «напирают» друг на друга с большей силой.

Это заставляет их "упаковываться плотнее" – так и происходит СЖАТИЕ.

Аналогия:

Представьте толпу людей:

– Когда они бегут быстро (как после ротора). Между ними большие промежутки

– Когда впереди бегущие резко тормозят, толпа сзади наваливается на остановившихся.

И «плотность людей» увеличивается. Они прижимаясь друг к другу.

Еще статор выпрямляет закрученный ротором поток. Так воздух точно направится на следующую ступень. А их 4.

Часть 3. Компрессор Высокого Давления

Уже предварительно сжатый воздух идет на Компрессор Высокого Давления. Назовем его – 2КВ

- **Функция:** Он сжимает воздух еще сильнее после 1КН.
- **Устройство:** 2КВ имеет 9 ступеней (ротор + статор). На этом этапе температура воздуха высока, а скорости вращения колоссальны. Поэтому роторы сделаны из никелевых сплавов. Это более жаропрочный материал.

2КВ вращается в 3–4 раза быстрее, чем 1КН – до 15000+ об/мин. Здесь давление воздуха в 30–35 раз больше, чем у вентилятора. Температура достигает 400–450 °С.

Принцип работы второго компрессора такой же, как и у первого.

Часть 4. Двухкольцевая Камера Сгорания

Сильно сжатый и нагретый воздух из 2КВ поступает в Камеру Сгорания.

Функция камеры сгорания.

Чем больше энергии, тем эффективнее двигатель ускоряет самолет. Энергию получают из топлива. Этот процесс происходит в камере сгорания.

1. Смешивание: Сжатый воздух смешивается с мелко распыленным керосином. Так образуется горючая смесь.

2. Воспламенение и горение: Смесь поджигается свечами зажигания.

Происходит мощное и непрерывное горение.

3. Выделение энергии: При сгорании химическая энергия, запасенная в керосине, превращается в тепловую. Так температура и давление газов вырастают.

Больше топлива и воздуха → мощнее пламя → больше тепловой энергии → выше температура и давление газов → больше тяга.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.