

# Эксплуатация винтокрылых летательных аппаратов

## Глава 1

### 1. Общие сведения о вертолетах

2. Основы аэродинамики
3. Аэродинамика полета
4. Органы управления вертолетом
5. Системы вертолета
6. Руководство по летной эксплуатации вертолета
7. Вес и центровка
8. Летные характеристики
9. Основные летные маневры
10. Маневры повышенной трудности
11. Аварийные ситуации на вертолете
12. Полет по приборам
13. Маневры в темное время суток
14. Принятие летных решений
15. Общие сведения об автожирах
16. Аэродинамика автожира
17. Органы управления автожира
18. Системы автожира
19. Руководство по летной эксплуатации автожира
20. Летные маневры
21. Аварийные ситуации на автожире
22. Принятие летных решений на автожире

*Версия 1.0 от 10 февраля 2012 г.*

*Данная книга является переводом учебника «Rotorcraft Flying Handbook», издаваемого  
Федеральной авиационной администрацией США.*

Оригинал текста находится по адресу

<http://www.faa.gov/library/manuals/aircraft/media/faa-h-8083-21.pdf>

Перевод выполнен коллективом сайта AvRussia.ru и предназначен для бесплатного распространения при условии сохранения авторского форматирования, в том числе логотипа и адреса сайта.

Замечания, пожелания и вопросы будут приняты с благодарностью на форуме по адресу

<http://avrussia.ru/forum/showthread.php?t=137>

# ГЛАВА 1

## Вертолет

# Общие сведения о вертолетах

Вертолеты бывают разных размеров и форм, но основные компоненты у них в основном одинаковые. Это кабина, в которой находятся **полезная нагрузка** и экипаж; фюзеляж, в котором расположены различные компоненты и к которому крепятся компоненты; силовая установка, или двигатель; редуктор, который, передает мощность от двигателя к несущему винту, обеспечивающему создание аэродинамических сил, поднимающих вертолет в воздух. Чтобы вертолет не разворачивался под действием вращающего (реактивного) момента, он должен быть оснащен системой противодействия вращающему моменту. Наконец, у вертолета есть шасси, которое может быть с полозьями, колесами, лыжами или поплавками. В настоящей главе рассмотрены основные принципы работы этих компонентов. (Рис. 1-1)

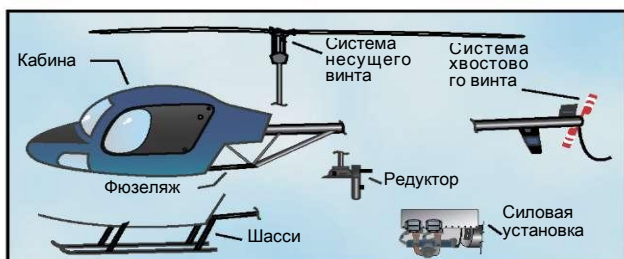


Рисунок 1-1. Основными компонентами вертолета являются кабина, фюзеляж, шасси, силовая установка, редуктор, система несущего винта и система хвостового винта.



Рисунок 1-2. Вертолет может иметь один или два несущих винта.

## СИСТЕМА НЕСУЩЕГО ВИНТА

Система винтов вертолета может состоять из одного или двух несущих винтов. Двойные винты обычно вращаются в противоположных направлениях, так, чтобы вращающие моменты от винтов взаимно компенсировались. Таким образом исключается тенденция к развороту. (Рис. 1-2)]

В целом системы винтов делятся на шарнирные, полужесткие и жесткие. Существуют вариации и комбинации этих систем, этот вопрос будет более подробно рассмотрен в Главе 5 – Системы вертолета.

## ШАРНИРНАЯ СИСТЕМА ВИНТА

Шарнирная система винта обычно состоит из трех и более лопастей. Лопасти могут выполнять маховые движения, флюгировать, быть ведущими или ведомыми независимо друг от друга. Каждая лопасть винта крепится к втулке винта с помощью горизонтального шарнира, который называется еще маховым шарниром и позволяет лопастям совершать маховые движения вверх и вниз. Лопасти перемещаются вверх и вниз независимо друг от друга. Горизонтальный шарнир может располагаться на разном расстоянии от втулки винта; шарниров может быть несколько. Его положение выбирает производитель, в основном, исходя из соображений устойчивости и управляемости.



**Полезная нагрузка** – Термин, обозначающий пассажиров, багаж и груз.

**Реактивный момент** – Тенденция одновинтового вертолета разворачиваться в направлении, противоположном направлению вращения несущего винта.

**Флюгер лопасти или флюгирование** – Поворот лопасти вокруг оси по размаху (изменение угла установки).

**Ведущая или ведомая лопасть** – Движение лопасти вперед и назад в плоскости вращения. Иногда его называют неравномерной работой или лобовым сопротивлением

Каждая лопасть винта крепится ко втулке еще и с помощью вертикального шарнира, который позволяет каждой из лопастей независимо от других двигаться вперед и назад в плоскости вращения. Обычно в такой конструкции винта используются демпферы, предотвращающие чрезмерное движение в вертикальном шарнире. Назначение вертикального шарнира и демпферов – сглаживать ускорение и замедление лопастей винта.

Лопастей шарнирного винта могут также флюгировать, или поворачиваться вокруг оси по размаху. Говоря проще, флюгирование означает изменение угла установки лопастей винта.

### ПОЛУЖЕСТКАЯ СИСТЕМА ВИНТА

Полужесткий винт допускает два вида движения: взмах и флюгирование. Такая система обычно состоит из двух лопастей, жестко крепящихся ко втулке винта. Втулка, в свою очередь, крепится к колонке винта с помощью цапфенного подшипника или шарнира качения. Это позволяет лопастям качаться или взмахивать одновременно. Когда одна лопасть делает маховое движение вниз, другая взмахивает вверх. Флюгирование осуществляется с помощью вертикального шарнира, который меняет угол установки лопасти.

### ЖЕСТКАЯ СИСТЕМА ВИНТА

Жесткая система винта механически проста, но сложна структурно, потому что рабочие нагрузки смягчаются не шарнирами, а изгибом. В этой системе лопасти не могут выполнять маховые движения, быть ведущими или ведомыми, но могут флюгировать.

## СИСТЕМЫ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ ВРАЩАЮЩЕМУ МОМЕНТУ ХВОСТОВОЙ ВИНТ

Большинству вертолетов с одним несущим винтом необходим отдельный винт для компенсации реактивного момента. Эта задача решается использованием рулевого (хвостового) винта с регулируемым углом установки, который гасит момент от несущего винта. (Рис. 1-3) Тягу

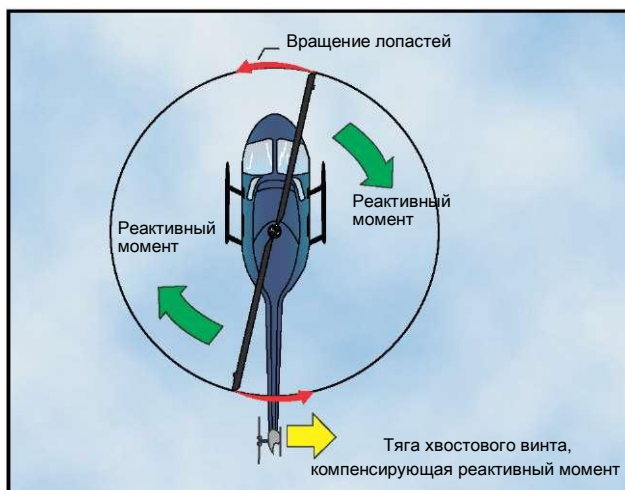


Рисунок 1-3. Хвостовой винт создает тягу, которая гасит крутящий момент и удерживает вертолет от разворота в направлении, противоположном направлению вращения несущего винта.

системы компенсации момента придется регулировать при каждом изменении реактивного момента несущего винта, чтобы удерживать контроль направления, или менять направление корпуса при висении.

### ФЕНЕСТРОН

Еще одним видом винта, компенсирующего крутящий момент, является фенестрон, или «хвостовой вентилятор». Он состоит из набора вращающихся лопастей, встроенных в вертикальный хвост. Поскольку лопасти расположены в круглом окне, вырезанном в хвосте, вероятность их контакта с людьми и предметами крайне мала. (Рис. 1-4)



Рисунок 1-4. По сравнению с незащищенным хвостовым винтом фенестрон обеспечивает более высокий уровень безопасности при наземных маневрах.

### NOTAR®

Система NOTAR® представляет собой альтернативу хвостовому винту. В этой системе используется воздух под низким давлением, который нагнетается в хвостовую балку вентилятором, установленным внутри вертолета. Затем этот воздух пропускается через горизонтальные щели, расположенные с правого борта хвостовой балки, и поступает в управляемое поворотное сопло для гашения крутящего момента и контроля направления. Воздух под низким давлением, выходящий из горизонтальных щелей, вместе со скошенным вниз потоком от несущего винта создает явление, известное как «эффект Коанда», создающий подъемную силу с правой стороны хвостовой балки. (Рис. 1-5)

## ШАССИ

Чаще всего используется шасси с полозьями, которое подходит для посадки на разные типы поверхности. Некоторые виды шасси с полозьями оснащаются амортизаторами, чтобы удары и толчки во время касания не передавались несущему винту. В других видах шасси удары гасятся за счет изгиба плечей крепления полозьев. Иногда на полозья устанавливают съемные сверхпрочные башмаки, чтобы защитить полозья от преждевременного износа.

Вертолеты могут также оснащаться поплавками для работы на воде, или лыжами для посадки на снег или рыхлый грунт. Еще одним видом шасси являются колеса. Они могут устанавливаться треугольником или в четырех



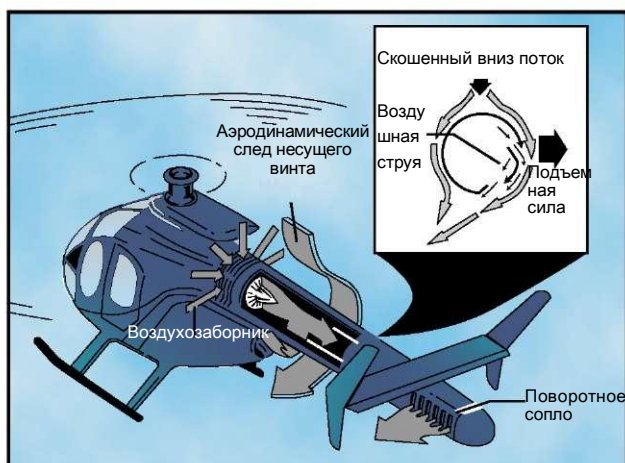


Рисунок 1-5. Во время висения эффект Коанда обеспечивает приблизительно две трети подъемной силы, необходимой для поддержания контроля направления. Остальную подъемную силу создает направленная тяга управляемого поворотного сопла.

точках. Обычно в режиме руления по земле носовой или хвостовой привод может поворачиваться.

## СИЛОВАЯ УСТАНОВКА

На маленьких вертолетах обычно ставят поршневой двигатель, который размещается в корпусе. Двигатель можно устанавливать горизонтально или вертикально с редуктором, передающим мощность на вертикальную ось несущего винта. (Рис. 1-6)

Другим видом двигателя является газовая турбина. Этот двигатель используется в основном на вертолетах средней и большой грузоподъемности, потому что

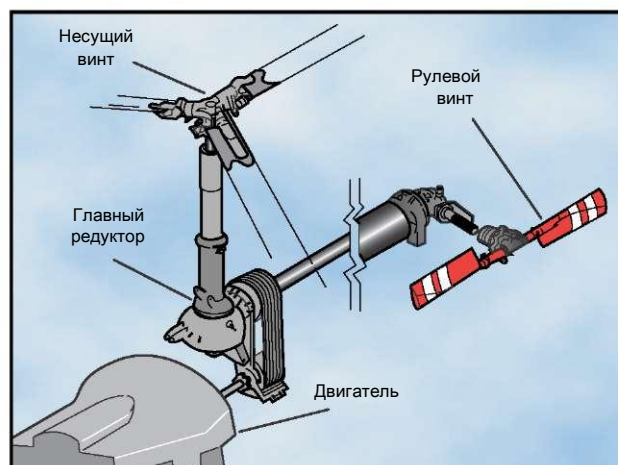


Рисунок 1-6. Обычно двигатель приводит в движение несущий винт через редуктор и ременную передачу или центробежную муфту. Хвостовой винт приводится в движение от редуктора.

он имеет большую мощность. Двигатель приводит в движение главный редуктор, который передает мощность непосредственно на несущий винт, а также на рулевой винт.

## ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ

Во время первых полетов на вертолете вы будете пользоваться четырьмя основными органами управления. Это контроль циклического шага; контроль общего шага; дроссельная заслонка, обычно в виде вращающейся ручки, расположенной на конце рычага общего шага, и педали компенсации реактивного момента. Органы управления общим и циклическим шагом контролируют угол установки лопастей несущего винта. Работа этих органов управления подробно объясняется в Главе 4 – Органы управления полетом.

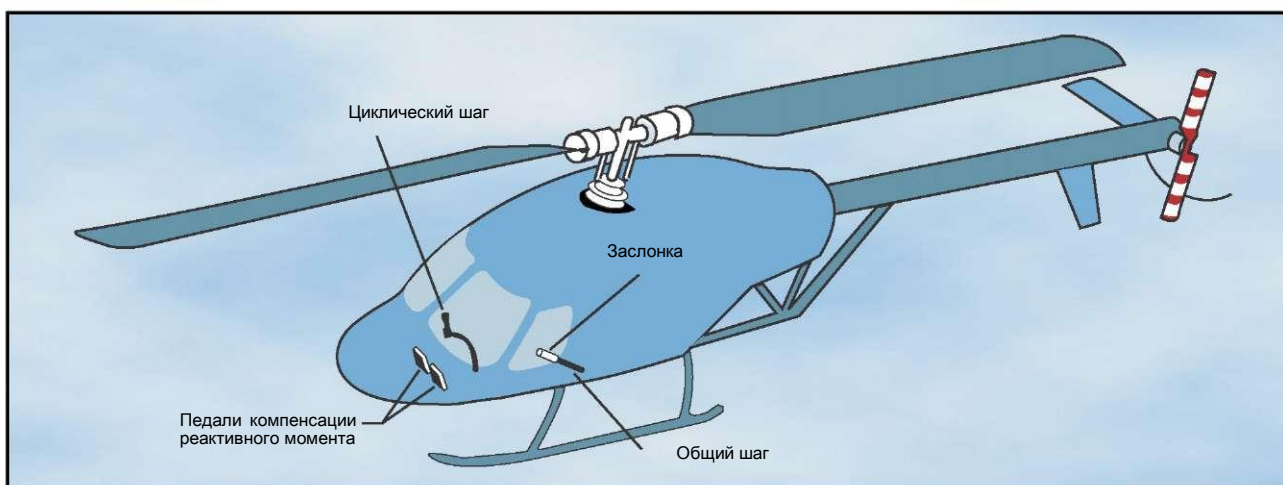


Рисунок 1-7. Расположение органов управления полетом.