

С.Г. Хорьков

Техника авиации

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 656
ББК 39.1
С11

С11 **С.Г. Хорьков**
Техника авиации / С.Г. Хорьков – М.: Книга по Требованию, 2017. – 144 с.

ISBN 978-5-458-37564-1

Техника авиации

ISBN 978-5-458-37564-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2017

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2017

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

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

Механика и аэродинамика.

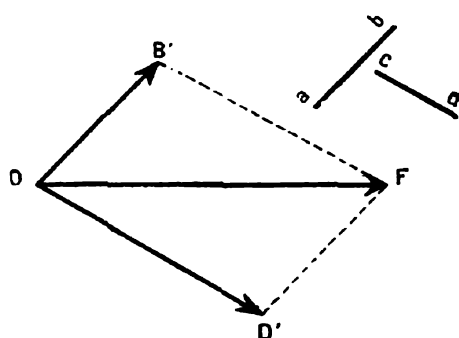


Рис. 3. — Разложение сил.

направлениям. Пусть, например (рис. 3), нам будет дана сила OF , а ab и cd будут теми направлениями, по которым мы ее хотим разложить. Для этого нам нужно только получить отрезок прямой OB' параллельный ab и отрезок прямой OD' параллельный cd , применив правило параллелограмма. От концов F проведем параллельные ab и cd и тогда мы получим параллелограмм $OB'FD'$, где диагональю будет сила OF , а стороны параллелограмма OB' и OD' составляющими этой силы, действующими в заданном направлении.

Равновесие сил. — Какова бы ни была система сил, действующих на материальную точку, для ее равновесия необходимо и вполне достаточно, чтобы общая равнодействующая равнялась нулю.

Когда какая-либо сила, действуя на некоторое тело, не вызывает ни в какой мере его перемещения, то говорят, что это тело оказывает производимому на него действию равное ему по величине противодействие.

Силы, действующие в противоположные стороны. — Когда две прямо противоположные друг другу силы имеют общую точку приложения силы, то их равнодействующая равна разности этих сил и действует в сторону большей из этих сил (рис. 4).

Пусть нам будут даны силы OA и OB , действующие в прямо противоположные друг другу стороны и имеющие общую точку приложения сил O . Тогда, согласно сказанному выше, их равнодействующая OC равна их разности и действует в сторону большей из них OA .

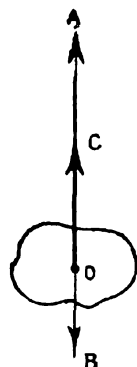


Рис. 4. — Силы, действующие в противоположные стороны.

Параллельные силы. — Когда на данное тело действуют две параллельные силы, направленные в одну и ту же сторону, то их равнодействующая равна сумме этих двух сил, при чем точка ее приложения делит расстояние между составля-

ющую Og^1 с силой F^3 и мы получим другую равнодействующую Og^2 , которая одна заменяет все три силы — F^1 , F^2 и F^3 . Эта сила Og^2 называется общей или главной равнодействующей.

И наоборот — одну силу можно разложить на несколько ее составляющих, при чем так, что эти составляющие силы будут действовать по наперед заданным

щими на части, обратно пропорциональные силам.

Пара сил. — Эта система двух равных, параллельных сил, действующих в противоположные стороны, но не расположенных относительно друг друга на одной прямой. Эти две силы не могут быть заменены одной общей для них равнодействующей. Пример — ворот (рис. 6).

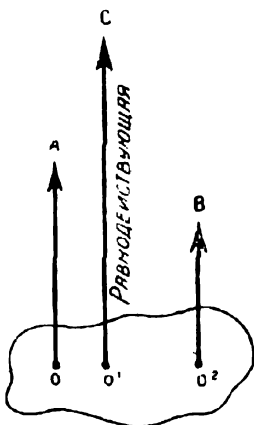


Рис. 5. — Параллельные силы.

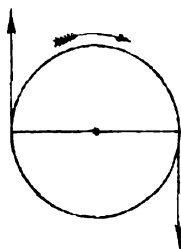


Рис. 6. — Пара сил.

Момент силы. —

Моментом силы, рассматриваемой как бы действующей на данное тело, в данной точке, или, иначе говоря, моментом силы относительно точки называют произведение этой силы, выраженной в килограммах, на наикратчайшее расстояние, отделяющее эту силу от точки, выраженное в метрах. Таким образом момент силы выражается в килограммометрах. Наикратчайшее расстояние силы до точки называют плечом. Например, если мы имеем силу в 4 кг, действующую на тело, расположенное в 4 м от этой силы, то момент силы относительно точки будет равен 16 кг·м (рис. 7). Некоторые весы построены именно на принципе использования момента сил. Небольшой груз, перемещаясь на плече, уравнивает значительно больший вес, имеющийся на досчатой площадке весов.

Этим объясняется опасность приложения излишнего, хотя бы и небольшого, веса к такому плечу самолета, каким является фюзеляж. Точкой приложения этого плеча является центр тяжести самолета.

Вот почему у некоторых самолетов, и в особенности у тех из них, у которых сидение наблюдателя в фюзеляже отнесено далеко назад от центра тяжести, нельзя необдуманно увеличивать и усиливать вооружение (лишний пулемет, патроны к нему, бомбы).

Работа силы. — Сила производит работу, когда она перемещает точку своего приложения. Работа силы выражается в килограммометрах. Единицей этой работы считают работу силы в 1 кг, переместившей точку своего приложения на 1 м.

Таким образом работа силы будет выражаться путем, пройденным точкой ее приложения.

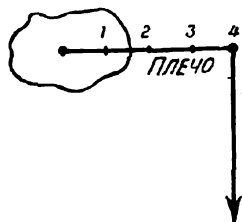


Рис. 7. — Момент силы (4 кг × 4 м = 16 кг·м).

Живая сила. — При своем передвижении всякое тело обладает известной энергией передвижения, которую принято называть живой силой. Живая сила равняется половине произведения массы тела на квадрат скорости, с которой это тело передвигается ($V = \frac{1}{2} MV^2$).

Центробежная сила. — Это сила, которая стремится при круговом движении предмета оторвать его от траектории, по которой он движется. Она, эта сила, пропорциональна скорости движения тела и является тем большей, чем радиус кривизны, по которой движется тело, меньше. Именно эта сила при выраже самолета противодействует его производству и для того, чтобы парировать его действие, самолет наклоняют в сторону выража, пользуясь гошированием (элероны).

Центростремительная сила. — Эта сила, равная и прямо противоположная центробежной силе, не дает возможности телу при его круговом движении оторваться и выйти из траектории движения — окружности.

Мощность. — Мощностью какой бы то ни было машины называют работу, производимую этой машиной в одну секунду. Она выражается в килограммо-метрах в секунду; единица мощности равняется 75 килограммо-метрам и носит название лошадиной силы.

Удельный вес. — Удельным весом называют отношение веса мотора к мощности т.-е. вес, приходящийся на 1 л. с. Например, мотор Либрети, при весе в 385 кг развивающий 400 лошадиных сил, имеет удельный вес $\frac{385}{400} =$, т.-е. 0,9625 кг.

Отдача. — Отдачей какой-либо машины называют отношение работы, получаемой от машины, ко всей затрачиваемой работе.

Отдачей или, точнее, полезным коэффициентом называют также отношение получаемой работы к работе мотора. Так, например, если мотор в 10 лошадиных сил, развивающий работу в 800 килограммо-метров в секунду, будет вращать пропеллер, который при силе 40 кг пройдет 15 м в секунду, то тогда полученная работа будет равна:

$$40 \times 15 = \frac{600 \text{ кг}}{800 \text{ кг}} = 75\%.$$

Закон инерции. — Если на материальную точку не действуют внешние силы, то она находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно.

Центр тяжести. — Все силы, какие только возникают благодаря закону силы тяжести, или, проще говоря, все силы тяжести, действующие на данное тело, представляют собою систему параллельных сил. Эта система параллельных сил может быть заменена одной силой — равнодействующей, которая определяет вес тела.

Точка приложения этой равнодействующей называется центром тяжести (рис. 8).

Практически, центр тяжести является той точкой, в которой подвешивается тело, когда хотят, чтобы оно находилось в безразличном равновесии.

Безразличное равновесие. — Если тело, будучи выведено каким-либо образом из равновесия, в котором оно находилось, тотчас же примет равновесие, но отличающееся от первого положения равновесия, то говорят, что это тело находится в безразличном равновесии. Пример: бильярдный шар на бильярдной доске.

Устойчивое равновесие. — Если тело, будучи выведено из своего положения равновесия, будет вновь возвращаться к нему, то такое равновесие называют устойчивым. Пример: маятник.

Неустойчивое равновесие. — Тело находится в неустойчивом равновесии в том случае, если, будучи из него выведено, оно к нему более не возвращается. Пример: волчок.

Скорость. — Скоростью называют отношение между пройденным пространством и временем, в течение которого это пространство пройдено.

Окружная скорость. — Окружной или дуговой скоростью называют скорость, с которой тело передвигается по окружности. Пример: скорость самолета на вираже.

Зная, что длина окружности равняется диаметру ($d = 2r$), умноженному на значение $\pi = 3,1416$, нетрудно вычислить, что самолет, делающий окружность за одну минуту радиусом в 250 м, имеет окружность:

$2 \times 250 \text{ м} \times 3,1416 = 1570,89 \text{ м}$ (длина окружности), а отсюда окружную скорость 94,248 км в час или 26,18 м в секунду.

Угловая скорость. — Угловой скоростью называется скорость, с какой данная точка описывает окружность радиусом 1 м, иначе говоря, окружная скорость равна произведению угловой скорости на радиус окружности. На практике угловой скоростью мотора называют иногда число оборотов, даваемых им, в минуту.

Жироскоп. — Жироскопом называют всякое быстро вращающееся тело, например: винт, ротативный мотор и т. д.

1. Будучи выведен из своего состояния равновесия, жироскоп стремится вернуться к нему и когда жироскоп перемещают в каком-либо направлении, то он стремится занять положение, перпендикулярное к этому направлению.

Траектория. — Траекторией называется та фиктивная условная линия, по которой движется тело в пространстве. Смотря по тому, является ли эта линия прямой или кривой — движение является прямолинейным или криволинейным.

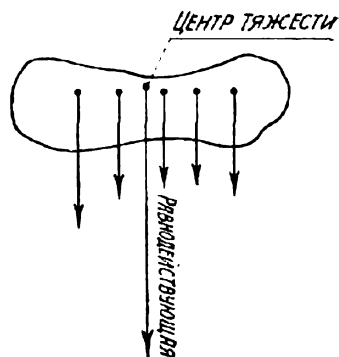


Рис. 8. — Центр тяжести тела.

Г Л А В А II.

АЭРОДИНАМИКА.

Определение. — Аэродинамикой является наука, изучающая силы и вопросы давления и разрежения воздуха в связи с сопротивлением, оказываемым воздушной средой движению в нем твердого тела.

Давление воздуха является значительной силой, так как оно равно для каждого квадратного сантиметра земной поверхности и для всех тел 1033 г, что соответствует весу водяного столба высотой 10 м. Так как это давление действует равномерно на всю поверхность тел, находящихся в покое, то оно и не вызывает у них никакого перемещения, т.-е. это давление не оказывает на тела никакого динамического эффекта.

Но как только тела начинают перемещаться в пространстве, получается другое явление: начинают проявлять себя давление и разрежение. Опытами установлено, что законы аэродинамики совершенно одинаковы как для случаев движения тел в воздухе, так и для случаев движения воздуха относительно тел. Иначе говоря, будет ли двигаться тело или оно будет находиться в покое, а вокруг него будет двигаться воздух — будут наблюдаться одни и те же явления. Как в первом, так и во втором случае нам приходится иметь дело с так называемой относительной или технической скоростью, той единственной скоростью, с которой приходится иметь дело в аэродинамике, если не считать абсолютной или фактической скорости, которая является скоростью относительно земли и которую называют также земной или путевой скоростью.

В самом деле, не трудно понять, что давление или, как принято говорить, сопротивление, которое испытывает, например, флаг совершенно одинаково — будет ли на неподвижный флаг действовать ветер, дующий со скоростью 20 км в час или же флаг будет прикреплен к мотоциклетке, а последняя будет ехать, в условиях спокойной воздушной среды, с той же скоростью. Сопротивление воздуха как в первом, так и во втором случае поднимет флаг на одну и ту же высоту. Именно

такого рода сопротивление и применяется в авиации для создания силы, поддерживающей крылья самолета, для создания подъемной силы самолета. Свободные же шары, передвигающиеся в воздушной среде с той же скоростью и в том же направлении, что и влекущий их с собой ветер, — наоборот, — не испытывают никакого сопротивления.

Полезные и вредные сопротивления.—В каждом самолете различают две категории частей. К одной категории относятся такие части самолета, которые играют роль в поддержании самолета в полете, а к другой такие части самолета, которые никакой подъемной силы самолету не дают. Поэтому части самолета первой категории (крылья и, иногда, хвостовое оперение) изучаются с точки зрения возможности максимального увеличения нагрузки на один квадратный метр поверхности при минимуме сопротивления их продвижению вперед. Части же самолета второй категории (фюзеляж, шасси и т. д.) изучаются лишь с точки зрения возможности получения наименьшего вредного сопротивления.

Влияние формы тела на величину сопротивления.—Если мы с одной и той же высоты сбросим совершенно одинаковые по весу развернутый лист бумаги и бумагу сжатую в комок, то последняя упадет на землю раньше. Это явление объясняется тем обстоятельством, что комок бумаги испытывал меньшее сопротивление воздуха своему падению, чем больший по площади развернутый лист бумаги. Опытами установлено, что тела шарообразной формы испытывают меньшее сопротивление воздуха при движении в нем, чем тела плоские, а тела веретенообразной, каплеобразной формы меньшее, чем тела шарообразной формы. Поэтому в авиации стали применять веретенообразные формы не только в передних частях самолета и в передней части всего самолета в целом, но и, в особенности, сзади, где разрежение воздуха, образуемое при движении тела, представляет значительное сопротивление для его продвижения. Наблюдая быстродвигающийся автомобиль, можно заметить, что сзади него образуется разрежение воздуха, которое, спустя небольшой промежуток времени, заполняется ближайшими к месту разрежения воздушными течениями, увлекающими за собой легкие предметы (увядшие листья, пыль и т. д.). В некоторых типах самолетов веретенообразную форму придают даже проволочным расчалкам, вернее не им, а тем обтекателям, в которые они включаются; это дает еще и то преимущество, что такая расчалка меньше вибрирует в полете. Известно, что вибрирующая проволока вызывает такое же сопротивление воздуха, как если бы весь объем, даваемый амплитудой вибрации, был заполнен веществом этой проволоки или троса.

Удлинение, даваемое частям каплеобразной формы, должно быть ограничено учетом того сопротивления, которое вызывается трением воздуха о тело при его обтекании.

Это сопротивление весьма значительно. Так, например, деревянный окрашенный шар испытывает при своем движении меньшее сопротивление, чем неокрашенный шар. Вообще чем полированность тела больше, тем меньшее оно представляет сопротивление для воздуха. Если взять кусок мыла и, подвесив его на веревочке за центр, опустить его

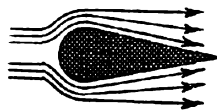


Рис. 9. — Обтекание струями воздуха каплеобразной стойки. Показан ее разрез.

в речку, то этот кусок мыла примет яйцевидную форму, причем длина его будет приблизительно втрое больше его ширины, а наибольший диаметр будет находиться приблизительно на одной четверти длины, считая от передней части. Аналогичные явления происходят и в воздухе при движении в нем твердых тел.

Приведенный выше пример дает довольно ясное и верное представление о том, какова должна быть наивыгоднейшая форма в смысле уменьшения любого сопротивления различных частей самолета (рис. 9).

Сопротивление тел в зависимости от их взаимного расположения. Опытами установлено, что если одно тело поместить сзади другого, то оно будет испытывать меньшее сопротивление, чем если бы оно двигалось отдельно. Наоборот, — если два тела поместить рядом одно возле другого, то их общее сопротивление будет больше, чем каждый из них имел бы при отдельном, самостоятельном движении.

Наконец, два крыла, расстояние между которыми равно или меньше глубины этих крыльев, испытывают большее сопротивление, чем если бы они были удалены друг от друга на несколько большее расстояние. При удалении, например, крыльев друг от друга на расстояние, равное двум третям глубины крыла, при углах атаки в пределах от 6° до 10° , подъемная сила уменьшается приблизительно на 25%, при чем это уменьшение происходит почти исключительно у нижнего крыла, а верхнее крыло работает, как бы совершенно отдельно и независимо от нижнего. Эта потеря в подъемной силе уменьшается с уменьшением углов атаки. Уменьшение веса конструкции крыльев позволяет, однако, компенсировать эту потерю почти полностью.

Все эти соображения всегда имеются в виду у конструкторов современных самолетов. В настоящее время уже больше не строят самолетов с громадным количеством расчалок, которые делали их похожими на «летающие проволочные заграждения» или «клетки для птиц».

Число проволочных и ленточных растяжек и стоек уменьшено в современном самолете до возможного предела; радиатор устанавливается между крыльями, мотор устанавливается в фюзеляже и т. д. Вообще форма современных самолетов улучшается в смысле ее удобообтекаемости, и их фюзеляжи все больше и больше напоминают форму рыб.

Сопротивление воздуха поверхностям.

А. — Плоские поверхности.

1. Движение плоской пластинки нормально к ее поверхности.— Воздух, обтекая находящуюся в движении пластинку создает впереди нее мертвое пространство, в котором создается повышенное давление, а с задней стороны пластинки образуется, наоборот,—разрежение воздуха. В этой разреженной области происходит подсасывание воздушных токов, которые, как бы сворачивая с своего первоначального пути, поворачивают обратно и устремляются в эту разреженную область, стремясь ее заполнить собой.

Сопротивление, испытываемое такой пластинкой, будет прямо пропорционально площади пластинки и квадрату скорости движения, при чем точкой приложения силы сопротивления явится центр пластинки. Равным образом это сопротивление увеличивается с увеличением периметра. Так, например, пластинка со сплошной площадью испытывает меньшее сопротивление, чем та же пластинка, но ослабленная отверстиями, вырезанными в ней.

2. Движение плоской пластинки под углом к ее поверхности.— Крыло самолета представляет собой именно такую плоскую поверхность,двигающуюся под некоторым углом. Этот угол называется углом атаки и он составлен с направлением полета или движения, а не с горизонтом (рис. 10).

Как и всегда при всякого рода движении появляется сила сопротивления воздуха нормальная к плоскости, но точка ее приложения уже не будет находиться в ее центре. Эта сила сопротивления будет пропорциональна площади пластинки, углу атаки и квадрату скорости. Очевидно, что последний фактор является чрезвычайно важным для создания подъемной силы самолета и, следовательно, для поддержания его в режиме горизонтального полета.

В авиации практическое значение имеют лишь небольшие углы атаки: при угле атаки в 16° вогнутая плоскость имеет максимум подъемной силы, но вместе с тем в такой мере увеличивается и вредное сопротивление воздуха, что вся выгода, получаемая от таких больших углов атаки, сводится на нет.

Сопротивление R определяется формулой $R = KSV^2i$, где K есть коэффициент, характеризующий сопротивление в зави-



Рис. 10.—Угол атаки плоской пластинки, двигающейся под углом к своей поверхности.

симости от плотности воздуха, площади крыла, ее формы, вогнутости, величины угла атаки и ее удлинения; удлинением называют отношение размаха крыльев к ее глубине.

Удлинение у крыльев самолета должно быть не менее 5, чтобы избежать так называемых боковых потерь вследствие срыва струй воздуха на концах крыльев.

Можно, увеличивая угол атаки, уменьшить скорость полета, но сохранить подъемную силу, достаточную для поддержания самолета в воздухе. Используя этот принцип, инженер Шмидт сконструировал самолет с крыльями, позволяющими изменять по желанию углы атаки, что позволяло ему в значительной мере уменьшать посадочную скорость самолета.

Силы, действующие на самолет в полете. — Соппротивление воздуха, действуя на крылья самолета перпендикулярно к ним, разлагается на две силы: поддерживающую или подъемную силу, перпендикулярную к направлению полета, которая старается поднять самолет вверх и благодаря которой самолет держится в воздухе, и силу лобового сопротивления, которая старается помешать продвижению самолета вперед.

Подъемная сила в горизонтальном полете уравнивается весом самолета, а сила лобового сопротивления тягой винта (рис. 11).

Когда мотор выключен и винт не работает, то его тяга заменяется летчиком весом самолета: летчик, действуя рулем глубины, переводит самолет в планирование и, следовательно, приобретает тем самым скорость, достаточную для создания общей силы сопротивления и, значит, подъемной силы.

В змее тяга винта заменяется тягой веревки, которая мешает тому, чтобы он не увлек его с собою и не потерял скорость, необходимую для поддержания его в воздухе.

Когда подъемная сила равна весу самолета, то он совершает горизонтальный полет. Когда же подъемная сила больше веса самолета, то он, как говорят, благодаря избытку мощно-

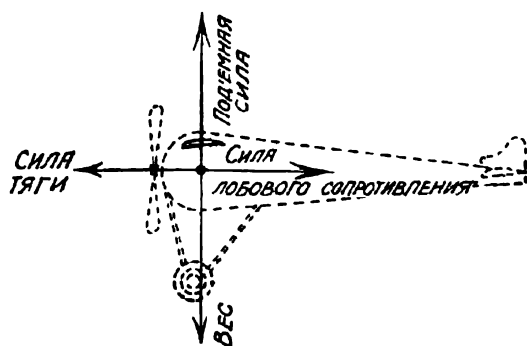


Рис. 11. — Силы, действующие на самолет в горизонтальном полете.

сти, начнет подыматься вверх; в обратном случае, когда подъемная сила делается меньше веса самолета, последний опускается.

Качество самолета. — Кроме рассмотренных четырех сил необходимо еще принять в расчет и вредные сопротивления,