



А. И. ПЬЕЦУХ

КРЫЛЬЯ МОЛОДЕЖИ

ОБОРОНГИЗ • 1954

АЛЕКСЕЙ ПЬЕЦУХ

КРЫЛЬЯ МОЛОДЕЖИ

(практика планеризма)

Под общей редакцией
докт. техн. наук *В. Ф. Болотникова*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
Москва 1954

главное применение планеров — это первоначальное обучение молодежи летному делу.

Эта книга написана о принципах полета и обучении полетам на учебно-спортивных планерах. Книга содержит сведения об аэродинамике, устойчивости и управляемости, а также прочности планера. Сведения эти помогут вам в практике полетов.

В аэродинамике полет характеризуется большим количеством простых и сложных уравнений, но, летая на планере, самые сложные уравнения вы будете «решать» небольшими движениями руки и ног, проверяя по показаниям специальных приборов правильность ваших решений. В этой книге главным образом и рассказывается о том, как практически решать задачи, связанные с полетом. В книге вы найдете сведения об энергии потоков воздуха и о способах полетов за счет этой энергии.

Основным материалом для книги послужил богатый опыт советских планеристов-парителей, с помощью которых и написана эта книга.

В течение многих лет в конструкторской работе, а также при подготовке к печати этой книги большую помощь мне оказывал В. Ф. Болотников, которому приношу свою глубокую благодарность. Выражаю также признательность В. Я. Симонову за ценные указания при редактировании книги.

Автор

ВВЕДЕНИЕ

Кто из вас в детстве не завидовал птицам, кто не мечтал взмыть высоко в небо на крыльях? Наблюдая, как стремительно проносится стриж, или как свободно парит в воздухе серебристая чайка, вы не раз, вероятно, думали, что полет является одним из самых совершенных в природе способов передвижения.

В воздухе птицы не встречают препятствий, которые имеются на земле, и двигаются непосредственно к цели своего полета. Поэтому воздушный путь оказывается самым коротким, а передвижение по воздуху более быстрым.

Многие птицы большую часть своей жизни проводят в полете. Путешествуя на зимовье, некоторые из них пролетают расстояния в несколько тысяч километров.

Люди, подражая птицам, неоднократно пытались подняться в воздух на искусственных крыльях, но в течение многих столетий терпели неудачи.

Однако сила человеческого разума, настойчивость и упорство, продолжительный и напряженный труд привели к тому, что люди познали законы полета, изучили и применили их с пользой для себя, научились летать и значительно превзошли птиц по скорости, дальности и высоте полета.

Ни одна отрасль техники не развивалась так быстро, как авиация. Со времени первого в мире полета на самолете, построенном русским морским офицером А. Ф. Можайским, прошло немногим более семидесяти лет. Однако за этот короткий срок самолет из примитивного и ненадежного аппарата, едва поднимавшегося на несколько метров от земли, превратился в машину, прочно вошедшую в жизнь людей и ставшую одним из наиболее удобных средств передвижения.

Ежедневно тысячи самолетов перевозят огромное количество грузов и пассажиров в разные части света. Самолеты поднимаются на высоту более 15 000 метров, способны пролетать без посадки огромные расстояния — более 15 000 километров, развивать скорость свыше 1000 километров в час и поднимать до 30 тонн груза.

Самолет летит с помощью тяги, которую создают мощные двигатели. Совершенствование этих двигателей в большой степени способствовало развитию авиации.

Безмоторный летательный аппарат — планер — является как бы предшественником самолета.

Именно на планере удалось впервые осуществить скользящий полет (или планирование), подобный полету птиц с распростертыми крыльями.

Последующее развитие планера и усовершенствование конструкции обеспечило ему возможность, в отличие от самолета, осуществлять продолжительный полет без мотора, используя энергию восходящих потоков воздуха. Внешние формы современного планера более обтекаемы, чем у самолета. Самый лучший самолет с остановленным двигателем в спокойном воздухе с высоты одного километра может планировать на расстояние не более 14—18 км, в то время как средний по своим летным качествам планер может улететь на 28—30 км, а самый лучший — на 38—40 км.

При планировании происходит постепенное уменьшение высоты. Вертикальная скорость снижения планера не превышает 0,7—0,9 м/сек, тогда как самый легкий самолет с остановленным двигателем снижается с вертикальной скоростью не менее 3—5 м/сек.

По сравнению с самолетом планер летает с небольшой средней скоростью, равной всего 60—100 км/час. Эта поступательная скорость обеспечивает возможность планеру, подобно птице, продолжительно кружиться внутри восходящих потоков воздуха и совершать парящие полеты большой продолжительности и дальности. Но для этого необходимо научиться управлять планером, научиться подобно птицам находить восходящие потоки и держаться в районе их действия.

Для полета планера необходимо в первую очередь набрать высоту, так как, только находясь на определенной высоте над земной поверхностью, планер будет обладать и некоторым запасом энергии.

Вспомните, как трудно подниматься в гору и как легко спускаться вниз. При спуске приходится даже удерживаться, чтобы не допустить слишком быстрого движения. А какую большую скорость вы способны развить, спускаясь с горы на лыжах. Это вес вашего тела вызывает поступательное движение, если какая-нибудь наклонная опора мешает простому падению. При спуске на лыжах такой опорой является склон горы.

Планер, находящийся на земле, не имеет запаса энергии. Единственная сила, которая действует на него, это сила тяжести, т. е. его собственный вес. Сила тяжести планера остается всегда постоянной. Она может измениться только в том случае, если вы путем загрузки или разгрузки увеличите или уменьшите вес планера.

Если планер поднять на возвышенность с открытыми склонами, то под действием силы тяжести он может съехать вниз, подобно тому, как вы съезжаете с горы на лыжах.

Но планер, съезжая с горы вниз, может набрать такую скорость, что оторвется от склона и будет спускаться дальше, опи-

раясь на воздух, как на своеобразную невидимую глазу гору. Произойдет это потому, что планер имеет крылья, которые создают аэродинамическую силу, противодействующую силе тяжести (весу) планера. С увеличением скорости поступательного движения эта сила также увеличивается и при определенной скорости может уравновесить силу тяжести — планер взлетит.

Во всех случаях свободного полета планер может только планировать, т. е. постепенно снижаться с некоторой поступательной и вертикальной скоростью снижения. Независимо от того, набирает или теряет планер высоту над земной поверхностью, он всегда снижается относительно той воздушной среды, в которой летит.

В спокойном воздухе планирование происходит по прямой линии, наклонной к горизонту. Угол наклона линии полета к линии горизонта называется углом планирования. Этот угол не превышает $4-5^\circ$, что дает возможность планеру пролетать значительные расстояния с небольшой потерей высоты.

Совершенно спокойным воздух бывает очень редко; обычно планер в полете встречает на своем пути воздушные слои, которые движутся в сторону полета или против него. В этих случаях говорят, что планер летит с попутным или с встречным ветром.

Кроме того различные участки воздуха могут подниматься или опускаться. Если планер попадает в поднимающуюся часть воздуха, то он, планируя в ней, также будет подниматься. Если же планер попадет в опускающуюся часть воздуха, то снижение его еще больше увеличится и планер быстрее потеряет высоту.

В этих случаях говорят, что планер летит в восходящем или нисходящем потоке.

Предположим, что вы спускаетесь в метро по ступенькам остановленного эскалатора. За каждую секунду вы будете опускаться примерно на две ступеньки. Если же эскалатор начнет двигаться и его ступеньки станут подниматься тоже со скоростью двух ступенек в секунду, то, хотя вы и будете продолжать двигаться по ступенькам вниз, но опускаться перестанете, и все время будете находиться на одном и том же уровне. Теперь, чтобы спускаться вниз, вам необходимо бежать. Если же эскалатор станет двигаться вверх со скоростью три ступеньки в секунду, а скорость вашего спуска останется прежней, то в этом случае вы уже будете подниматься вверх со скоростью одна ступенька в секунду. Даже если вы начнете бежать вниз, то опуститься вам будет все же очень трудно. Когда вы поднимаетесь на эскалаторе, не двигаясь относительно ступенек, то это ваше движение подобно уравновешенному воздушному шару, который также поднимается вместе с воздухом, и скорость его подъема равна вертикальной скорости подъема воздуха. Но когда вы идете вниз по ступенькам двигающегося вверх эскалатора, то в этом случае вы двигаетесь подобно планеру, который поднимается только тогда, когда скорость подъема воздуха больше, чем скорость снижения планера.

Вот почему планеры, имеющие небольшую скорость снижения, быстрее набирают высоту в восходящих потоках и медленнее теряют ее в нисходящих.

В поднимающемся воздухе высота вашего полета может не только сохраняться, но и увеличиваться, несмотря на постоянное снижение планера. А сохранение высоты над землей есть сохранение энергии, гарантирующей увеличение продолжительности полета. Планирование в восходящих потоках воздуха с целью увеличения высоты, дальности и продолжительности полета является главным условием парящего полета. Но чтобы начать планирующий или парящий полет, планер необходимо поднять на достаточную высоту.

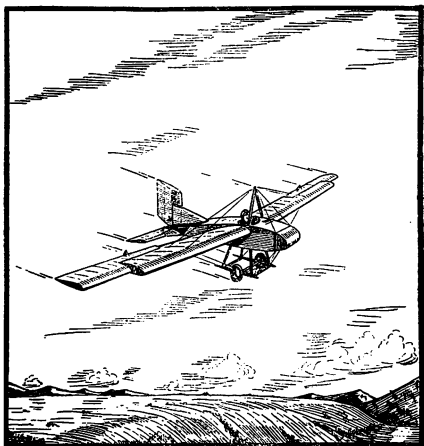


Рис. 1

Если полеты производятся с горы, то это сделать легко: достаточно разогнать планер до необходимой скорости, и тогда, отделившись от склона горы, он начнет полет. В равнинной местности планер может взлететь с помощью специальной механизированной лебедки, в которой используется мощность мотоцикла или автомобиля: планер запускают в воздух на длинном тросе так же, как воздушный змей. Поднимать планер на необходимую высоту можно также и на буксире за самолетом. Отцепив буксировочный трос, планер начнет свободный полет.

Первые полеты на планерах были очень непродолжительными и представляли собою большие прыжки длиной в 100—200 м или спуски с горы по воздуху продолжительностью не более 3—5 мин. Только в 1923 г. во время первых испытаний планеров в Крыму на горе им. Клементьева, находящейся в 20 км от города Феодосии, планеристы впервые увидели, как, поднявшись в воздух, серебристый планер А-5 конструкции К. К. Арцеулова сперва как бы остановился над склоном горы, а потом постепенно начал набирать высоту и стал парить на глазах у изумленных зрителей. В этом полете планер впервые набрал высоту 100 м (выше точки взлета) и парил более часа.

Рис. 1. Этот планер для того времени являлся наиболее совершенной конструкцией. По сравнению с другими планерами он имел более толстое крыло, закрытый фюзеляж и скорость его полета была достаточной для продвижения против сильного ветра.

Через год продолжительность парящего полета на планере уже была увеличена до 5 час. 15 мин. и высота до 300 м над местом взлета. В дальнейшем достижения по безмоторному полету непрерывно улучшались.

Планеристы научились использовать наиболее постоянные восходящие потоки воздуха в различных местах нашей страны: в Москве на ст. Трикотажная и ст. Планерная, в Казани у крутых берегов Волги, в Горьком на берегу Оки; в Харькове, на Кавказе и во многих других местах. Но основным планерным центром являлась гора им. Клементьева, на которой до 1937 г. проводились всеосюзные планерные слеты.

Рис. 2. В 1925 г. при полетах над этой горой была достигнута высота 435 м, дальность — 24,4 км от места старта и продолжительность — 10 час. 06 мин.

К 1932 г. все мировые рекорды по парящему полету на планере, за исключением дальности, были завоеваны советскими планеристами. Была достигнута высота 2230 м, продолжительность — 14 час. 48 мин. и дальность — 43,5 км.

Однако достигнутые в безмоторном полете успехи непрерывно улучшались. В 1933 году С. Н. Анохин, ныне лауреат Сталинской премии Герой Советского Союза заслуженный мастер спорта, на учебном планере типа ПС-1 конструкции О. К. Антонова, ныне также лауреата Сталинской премии, продержался в воздухе без посадки 15 час. 47 мин., а в 1934 г. на планере Г № 2 он летал 32 часа. Мастер советского планеризма Никодим Симонов в 1935 г.

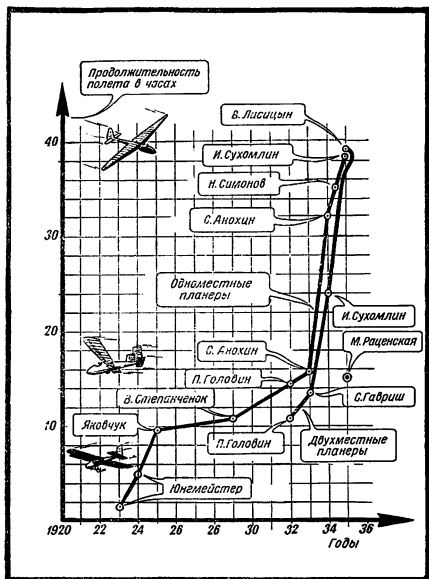


Рис. 2

на планере Г-9 конструкции В. К. Грибовского выполнил парящий полет продолжительностью 35 час. 11 мин. В этом же году мастер советского планеризма И. Сухомлин на одноместном планере «Сталинец-4» конструкции В. В. Верзилова непрерывно парил 38 час. 10 мин., а планерист В. В. Лисицын на двухместном планере «Сталинец-2бис» (того же конструктора) вместе с пассажиром продержался в воздухе 38 час. 40 мин. Этими полетами советские планеристы устанавливали все новые и новые мировые рекорды, неоднократно превышая предыдущие достижения.

Летая в районе горы Ирындык-Тау на Урале, планеристы обнаружили, что можно с успехом парить не только у склонов гор, но и над равнинной местностью, под кучевыми облаками. Нужно только поднять планер на такую высоту, где восходящие потоки воздуха достаточно сильны. Благодаря буксировке планеров самолетами это оказалось возможным, и планеристы научились парить с кучевыми облаками и грозovým фронтом над равнинной местностью.

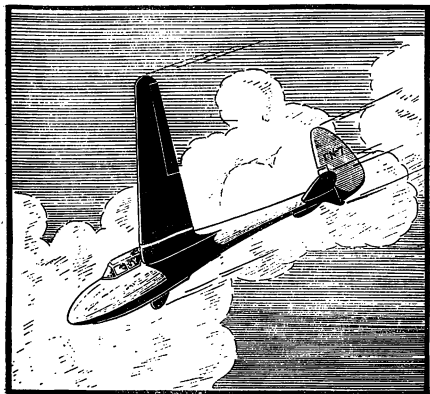


Рис. 3

Известный мастер советского планеризма И. Л. Карташев первым добился серьезных достижений в полетах с грозовым фронтом, пролетев 171 км от места старта. И. Л. Карташев отличился не только своими смелыми полетами, но и способностью передавать опыт парящих полетов своим многочисленным ученикам.

Научившись парить над равнинной местностью, планеристы начали летать на дальность без посадки, на дальность с возвращением к месту старта и в заранее намеченные пункты.

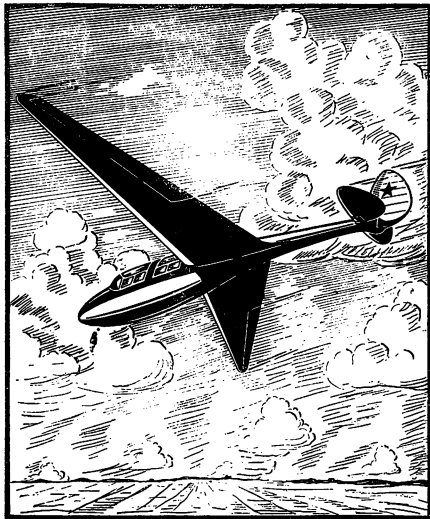


Рис. 4

В мае 1937 г. В. Л. Расторгуев, впоследствии известный летчик-испытатель и мастер спорта, на одноместном планере Г № 7 (рис. 3) конструкции Г. Ф. Грошева совершил подряд три полета дальностью 539 км, 602 км и 652 км.

В этом же году заслуженный мастер спорта В. М. Ильченко на двухместном планере «Стахановец» конструкции В. И. Емельянова (рис. 4) в парящем полете с кучевыми облаками пролетел 552 км по прямой. На этом же планере В. М. Ильченко совершил полет по маршруту длиной 151,63 км с возвращением к месту старта.

В 1938 г. планеристы И. С. Коротов, В. М. Ильченко и В. Л. Расторгуев на трех планерах совершили групповой перелет из Тулы в Москву и из Москвы в Курск. Планерист И. Л. Карташев на двухместном планере «Стахановец» совершает перелет Тула—Чернь—Тула, пройдя 191,35 км без посадки. Через некоторое время на этом же планере он пролетел расстояние в 619,75 км по прямой.

В 1939 г. мастер советского планеризма П. Г. Савцов совершает перелет из Тулы в заранее намеченный пункт, находящийся на расстоянии 602,36 км. В этом же году О. В. Клепикова на одноместном планере типа РФ-7 конструкции О. К. Антонова выполняет полет на дальность из Москвы в Михайловку Сталинградской области расстоянием 749,20 км. Этим полетом О. В. Клепикова сразу перекрывает два мировых рекорда по дальности безмоторного полета для мужчин и женщин.

В 1940 г. И. Л. Карташев с пассажиром на двухместном планере в течение одного месяца выполняет два выдающихся парящих полета. Первый полет на дальность с возвращением к месту старта, во время которого он пролетел в общей сложности 416,07 км. И второй полет в заранее намеченный пункт, находящийся на расстоянии 495,02 км по прямой.

Это перечень только наиболее выдающихся парящих полетов на планерах, которым предшествовали тысячи других полетов, различных по дальности, по высоте и продолжительности. Самое замечательное в этих полетах то, что все они выполнены за счет энергии воздушных потоков на безмоторных летательных аппаратах. На буксире за самолетом планер поднимался на высоту не более 1000—1500 м, отцеплялся от буксировщика в районе своего аэродрома и весь дальнейший полет большой продолжительности, дальности и высоты выполнял только благодаря неограниченным возможностям использования воздушных потоков, всегда существующих в атмосфере. Пользуясь этими потоками, можно летать в любое время суток и почти во всякое время года.

В последние годы планеристы добились еще больших успехов в освоении парящих полетов.

Совсем недавно было обнаружено, что восходящие потоки воздуха поднимаются даже на высоту 10—15 км.

Воспользовавшись этими потоками, зимой 1951 г. планерист Виталий Симонов набрал в парящем полете высоту 6775 м, отце-

павшись от самолета-буксировщика на высоте всего в 1475 м. В этот же день планеристка З. Мареева на планере достигла высоты 6490 м. Этими полетами были установлены всеююзные рекорды высоты парящего полета.

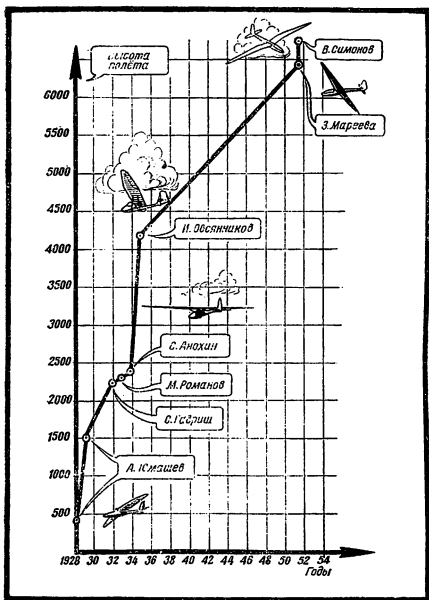


Рис. 5

Достижения по дальности парящего полета также улучшались.

В 1951 г. мастер спорта М. Г. Пылаева на планере А-9 конструкции О. К. Антонова (рис. 6) пролетела 226 км в заранее намеченный пункт с возвращением к месту старта.

В 1952 г. украинский планерист мастер спорта В. Ефименко пролетел из Калуги в заранее намеченный пункт, расположенный на расстоянии 638 км. В том же году мастер спорта А. П. Самоадова совершила перелет также в заранее намеченный пункт по-

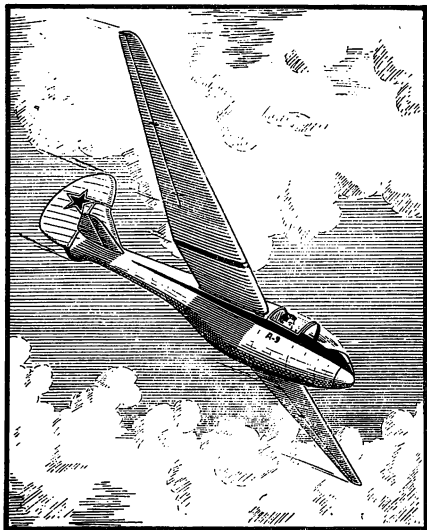


Рис. 6

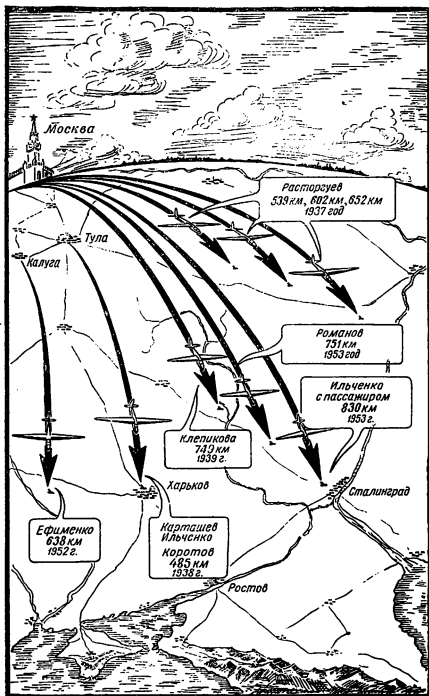


Рис. 7

садки из Серпухова в Тамбов, пролетев 360 км. Все три полета являются новыми мировыми рекордами.

26 мая 1953 г., взлетев с Тушинского аэродрома на одноместном планере А-9, планерист И. В. Романов пролетел в парящем полете без посадки 751 км по прямой. Одновременно с Романовым В. М. Ильченко вылетел с пассажиром Г. М. Печниковым на двухместном планере А-10 конструкции О. К. Антонова. За 8 час. 38 мин. он пролетел расстояние 830 км по прямой и произвел посадку в 70 км от Сталинграда. Этим полетом В. М. Ильченко более чем на 200 км превысил мировой рекорд дальности парящего полета по классу двухместных планеров.

Не может быть сомнения, что и эти достижения окажутся перекрытыми в новых полетах недалекого будущего. Будут построены еще более совершенные планеры, значительно повысится мастерство советских планеристов и еще лучше будут изучены возможности безмоторного полета.





Глава первая

АЭРОДИНАМИКА ПЛАНЕРА

1. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ПЛАНЕР

Всякое движение обязательно связано с сопротивлением среды, в которой это движение происходит.

Лемех плуга встречает сопротивление разрезаемого им слоя земли. Вода оказывает сопротивление движению лодки. И даже такая обычно мало заметная среда, как воздух, сопротивляется нашему движению. Такое сопротивление вы ощущаете при быстром беге или езде на велосипеде. Чем быстрее ваш бег, тем ощутительней будет сопротивление.

Эти примеры выявляют три характерных особенности силы сопротивления. Во-первых, величина ее, повидимому, зависит от плотности той среды, в которой движется тело. В среде воздуха вы способны свободно бежать, а попробуйте сделать это, погрузившись в воду. В воде ваших сил хватит лишь на то, чтобы едва продвигаться вперед. Во-вторых, как показывает опыт, сопротивление зависит от скорости движения. Чем быстрее будет двигаться тело, тем большее сопротивление его движению будет оказывать среда. И, в-третьих, что очень важно, сопротивление зависит от формы тела, его величины и положения относительно направления движения. Именно поэтому умелый пловец, правильно располагая свое тело, движется в воде быстро, не затрачивая чрезмерно больших усилий.

Как известно, воздух состоит из отдельных частиц — молекул. Если считать, что молекулы не отличаются друг от друга, то плотность воздуха будет характеризоваться количеством их в единице объема: например, в одном кубическом метре.

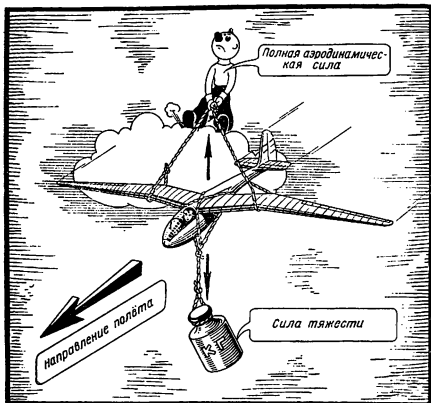


Рис. 6

Частицы воздуха, ударяясь о поверхность движущегося планера, оказывают сопротивление его движению. При этом чем больше плотность воздуха, тем большее количество частиц его ударяется о планер. Если плотность воздуха увеличить вдвое, то количество ударов частиц воздуха о планер также увеличится в два раза и сопротивление движению увеличится в два раза. При уменьшении плотности воздуха сопротивление полету будет уменьшаться.

Известно, что плотность воздуха земной атмосферы уменьшается с увеличением высоты подъема над уровнем моря. Поэтому с увеличением высоты полета самолета или планера и сопротивление полету при неизменной скорости будет постепенно уменьшаться.

Изменение скорости полета при одинаковой плотности воздуха также изменяет величину сопротивления. Так как с увеличением скорости полета планер за единицу времени успевает пролететь больший объем воздуха, то увеличивается количество ударов частиц воздуха о планер. Но при этом увеличивается также и сила удара каждой частицы. Если вам приходилось с кем-нибудь столкнуться на бегу, то наверняка помните, что сила удара была значительно больше, чем при движении шагом. С увеличением скорости

полета в два раза количество ударов частиц воздуха о планер увеличится в два раза, но и сила удара каждой частицы воздуха также увеличится в два раза. Поэтому сопротивление увеличится уже в четыре раза. Увеличение скорости полета в три раза увеличит сопротивление воздуха в девять раз и так далее.

Таким образом, увеличение сопротивления воздуха пропорционально квадрату скорости.

Двигаясь с равными скоростями, не все тела испытывают одинаковое сопротивление воздуха. Более того, положение одного и того же тела относительно направления движения также оказывает влияние на величину воздушного сопротивления. Только шар, двигаясь в любом положении, будет испытывать одинаковое сопротивление.

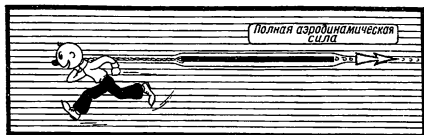


Рис. 9

Рис. 9. При движении плоской пластинки сопротивление воздуха сильно изменяется в зависимости от ее положения. Наименьшее сопротивление пластинка будет испытывать тогда, когда она установлена вдоль направления движения. В этом случае, если пренебречь толщиной пластины, только трение воздуха о пластинку препятствует ее движению.

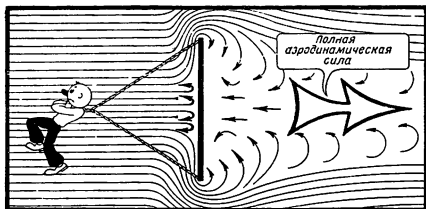


Рис. 10

Если мы станем поворачивать пластинку и установим ее под некоторым углом к направлению движения, то сила сопротивления воздуха обязательно увеличится.

Рис. 10. Наибольшее сопротивление пластинка будет испытывать тогда, когда она будет установлена поперек направления движения. В этом случае, встречая на своем пути воздух, пластинка давит на него своей поверхностью и увлекает с собой. Поэтому впереди пластинки образуется область повышенного давления, тормозящая движение. В это же время позади пластинки происходит обратное явление: воздух устремляется за пластинкой и не успевает до конца заполнить образующуюся за ней пустоту. Поэтому сзади пластинки образуется область пониженного давления, или разрежение; по бокам пластинки сжатый воздух приходит в движение, стремится заполнить образующуюся пустоту за пластинкой. Все это ведет к беспорядочному движению воздуха (который до этого находился в покое) и сильно увеличивает силу сопротивления воздуха. Пластинку, установленную вдоль или поперек движения, аэродинамическая сила, будучи направленной строго против движения, стремится только задержать.

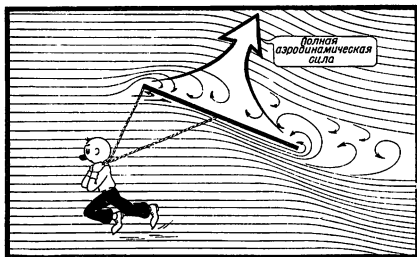


Рис. 11

Рис. 11. Когда пластинка установлена под некоторым углом к направлению движения, аэродинамическая сила не только тормозит, но и стремится сдвинуть пластинку в сторону. Угол, под которым установлена пластинка относительно направления движения, называется углом атаки. Если передняя часть пластинки расположена выше, чем задняя, то угол атаки называется положительным. Если же передняя часть пластинки расположена ниже, то это значит, что пластинка движется с отрицательным углом атаки.

При движении пластинки с некоторым положительным углом атаки полная аэродинамическая сила действует назад и вверх, стараясь не только тормозить, но и поднимать пластинку.

В данном случае часть полной аэродинамической силы, действующая вертикально вверх, является подъемной силой.

Точнее, подъемная сила есть часть полной силы воздействия воздуха на движущееся тело, направленная перпендикулярно к движению тела. Таким образом, при отрицательных углах атаки подъемная сила будет направлена вниз. Как вы видите, название «подъемная» является условным.

Много раз в детстве вы любовались полетом воздушного змея. У змея возникает аэродинамическая сила, одновременно уравнивающая его вес и натягивающая длинный шнур, конец которого вы удерживали рукой.

На заре развития авиации крылья самолетов и планеров были очень похожи на плоскую пластинку. Однако в дальнейшем теорией и практикой было установлено, что такие крылья невыгодны.

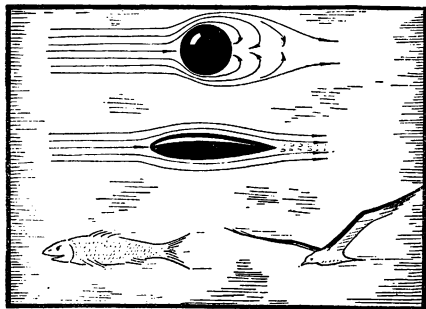


Рис. 12

Рис. 12. Форма тела в большой степени определяет величину силы сопротивления воздуха. Наибольшее сопротивление испытывает плоская пластинка, установленная поперек направления движения, так как больше всего нарушает состояние воздушной среды. Шар испытывает меньшее сопротивление, чем плоская пластинка. Но самое малое сопротивление испытывают тела, похожие по своей форме на рыбу, т. е. тела удобообтекаемой формы. Такие

тела при движении в воздухе, так же как и плоская пластинка, установленная вдоль направления движения, только раздвигают воздушную среду, мало нарушая ее общее состояние.

Поперечное сечение крыла называют профилем крыла. Профиль обычно имеет несимметричную удобообтекаемую форму. Верхняя поверхность профиля делается более выпуклой, чем нижняя. Кроме того, нижняя поверхность профиля может быть плоской, а иногда даже вогнутой. Отрезок прямой линии, соединяющий переднюю и заднюю крайние точки профиля, называется хордой крыла.

Угол атаки профиля крыла — это угол, заключенный между направлением движения и хордой крыла.

При движении крыла обтекание его воздухом на всех углах атаки будет несимметричным и отличается от характера обтекания плоской пластинки, установленной под углом.

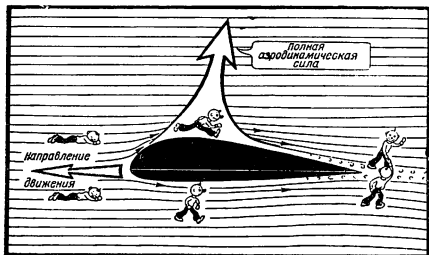


Рис. 13

Рис. 13. Когда к определенной части воздушной среды подходит крыло, то частицы воздуха, находящиеся поблизости, вынуждены двигаться для того, чтобы вначале уступить место крылу, а потом занять свое прежнее положение. При этом скорость движения частиц воздуха вдоль верхней, более выпуклой, поверхности крыла больше, а вдоль нижней поверхности — меньше. Но, как известно, давление внутри движущегося потока воздуха будет тем меньше, чем больше скорость движения потока.

На верхней поверхности крыла, где скорость больше, давление оказывается меньшим, чем на нижней. В результате этого возникает подъемная сила. Кроме того, отталкивая некоторую массу воздуха вниз, крыло само отталкивается в противоположную сто-

рону вверх. Тормозящая сила, действующая на крыло, бывает значительно меньше подъемной. Поэтому полная аэродинамическая сила направлена вверх почти перпендикулярно направлению движения.

Характер обтекания крыла не изменится, если его установить неподвижно, а воздух заставить двигаться навстречу крылу.

Размеры тела, движущегося в воздухе, также влияют на величину воздушного сопротивления. Тело, имеющее большее поперечное сечение, преодолевает большее сопротивление, так как встречает на своем пути большее количество частиц воздуха.

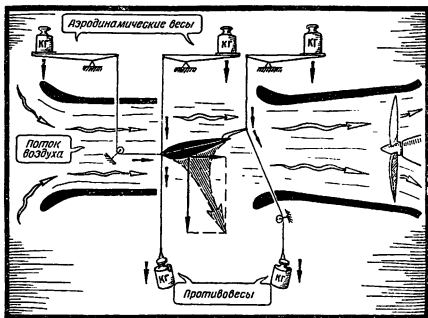


Рис. 14

Рис. 14. Влияние формы тела и его положения относительно направления движения определяют опытным путем. Для этого различные тела «продувают» в так называемой аэродинамической трубе, в которой специальным двигателем при помощи воздушного винта создают движение воздуха с необходимой скоростью. Испытываемое тело подвешивают внутри трубы и перед испытаниями уравнивают специальными аэродинамическими весами. Когда воздух внутри трубы начинает двигаться и обтекает испытываемое тело, равновесие на весах нарушается, так как появляется аэродинамическая сила.

Величина аэродинамической силы определяется весом грузов в килограммах, которые необходимо добавить на весы для сохранения равновесия.

При изменении положения тела в воздушном потоке аэродинамическая сила также изменяется и равновесие на весах опять нарушается. Поэтому для его восстановления снова потребуется увеличить или уменьшить вес грузов.

При продувках замеряют две силы: подъемную и тормозящую. Тормозящую силу называют обычно лобовым сопротивлением.

Опыты, как правило, ведутся с уменьшенными моделями исследуемых тел.

Аэродинамические силы, действующие на такие модели, также становятся соответственно меньшими. Поэтому числовые значения сил, полученные при испытании маленьких моделей, заменяют коэффициентами. Аэродинамические коэффициенты подсчитывают путем деления полученного при опыте числового значения силы на площадь испытываемой модели и на величину скоростного напора воздуха в аэродинамической трубе.

Скоростной напор представляет собой повышение давления, возникающее при полном торможении струи движущегося воздуха. Величину скоростного напора можно подсчитать как половину произведения плотности воздуха на квадрат его скорости.

Для тел, не имеющих подъемной силы, продувкой находят только коэффициент лобового сопротивления; для крыльев — два коэффициента: лобового сопротивления и подъемной силы.

Реальную аэродинамическую силу, действующую на любую отдельно взятую часть планера, вы можете подсчитать обратным путем: по найденному из продувок значению аэродинамического коэффициента для данной части планера и по величине скоростного напора. Величина аэродинамической силы определится произведением ее коэффициента на площадь тела и скоростного напора воздуха. Аэродинамические коэффициенты изменяются в зависимости от положения модели в потоке.

Рассматривая движение планера, нетрудно заметить, что и лобовое сопротивление и подъемная сила являются силами аэродинамическими, а поэтому можно их объединить и говорить об одной общей силе воздействия воздуха на планер.

Тогда на планер будут действовать только две силы: сила тяжести планера и полная аэродинамическая сила (включающая в себя как подъемную силу, так и лобовое сопротивление). Когда полная аэродинамическая сила равна силе тяжести, планер будет двигаться прямолинейно с определенной установившейся скоростью.

Но сила тяжести планера направлена вертикально вниз, значит вертикальной должна быть и полная аэродинамическая сила. Для этого траекторию полета приходится отклонять вниз. Планер в спокойном воздухе всегда снижается, съезжая вниз по невидимой наклонной плоскости. При этом сила тяжести тянет планер не только вниз, но и вперед, а аэродинамическая сила не только тянет планер назад, но и поддерживает его, создавая непонятную

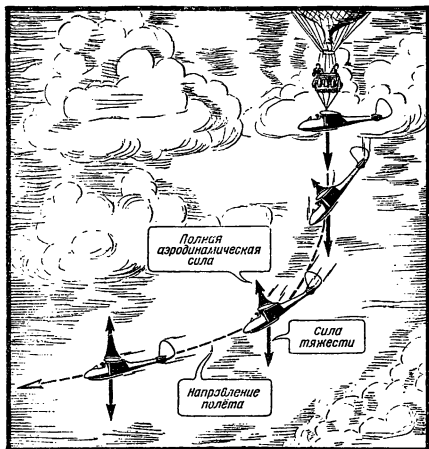


Рис. 15

с первого взгляда возможность иметь в податливом воздухе надежную опору.

Рис. 15. Если планер, подвесив к воздушному шару, поднять на достаточную высоту и после этого сбросить, то сначала он, как камень, будет падать вертикально вниз. Однако по мере увеличения скорости падения аэродинамическая сила крыла также станет увеличиваться, а угол наклона траектории падения планера к горизонту будет уменьшаться до тех пор, пока эта сила не окажется способной уравновесить силу тяжести, а направление ее действия не станет вертикальным. С этого момента начнется установившееся планирование с постоянной скоростью и с постоянным углом наклона к линии горизонта, или, другими словами, с постоянным углом планирования.

Происходит это, потому, что полная аэродинамическая сила крыла, как уже сказано выше, действует почти перпендикулярно направлению движения и только небольшой своей частью тормо-

зит движение вперед. Чем круче угол планирования, тем большая часть веса тянет планер вперед. С изменением тянущей части веса изменяется и скорость полета, а это в свою очередь ведет к изменению величины аэродинамической силы и нарушению равенства сил.

Если вы, управляя планером, измените направление движения, то аэродинамическая сила также изменится по величине и направлению, т. е. ее направление составит уже несколько иной угол с траекторией полета.

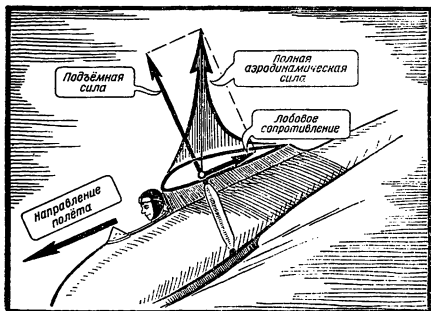


Рис. 16

Рис. 16. Одновременное изменение величины и направления действия аэродинамической силы затрудняет ее изучение. Поэтому удобнее рассматривать две составляющие части этой силы, направления которых нам всегда известны. Это — подъемная сила, действующая всегда перпендикулярно направлению движения, и лобовое сопротивление, действующее против движения. Нужно только помнить, что фактически это части единого целого — полной силы воздействия воздуха. При нарушении равновесия между силой тяжести планера и полной аэродинамической силой изменяется не только скорость полета, но и угол наклона невидимой наклонной плоскости — угол планирования, поэтому без отдельного рассмотрения отдельных составляющих (подъемной силы и лобового сопротивления) обойтись трудно.

Когда падает камень или на парашюте спускается парашютист, то в том и другом случаях направление движения совпадает с

направлением действия силы тяжести и движение происходит вертикально вниз. При нарушении равенства сил как парашютист, так и камень только замедляют или ускоряют свое падение, не меняя направления действия сил и направления падения. Когда же летит планер, то направление его движения только в отвесном пикировании совпадает с направлением действия силы тяжести.

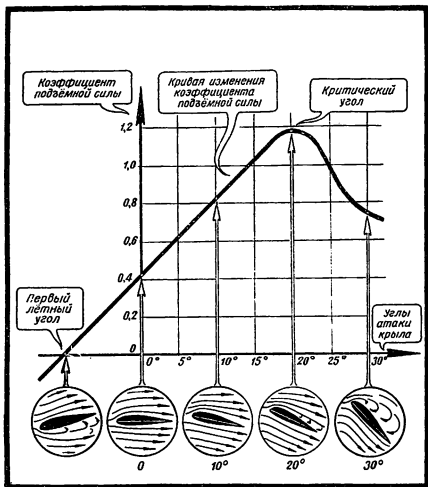


Рис. 17

Рис. 17. Зависимость коэффициентов подъемной силы от углов атаки крыла изображена на графике. Коэффициенты подъемной силы отложены вверх, а углы атаки — вправо по горизонтали. При движении крыла с малым углом атаки, как мы видим, коэффициенты подъемной силы невелики. Поэтому на малых углах

атаки, чтобы уравновесить силу тяжести, планер должен лететь на большой скорости. Если угол атаки увеличивать, то аэродинамическая сила будет также увеличиваться, при этом поступательная скорость полета может соответственно уменьшаться.

Однако увеличение угла атаки допустимо только до определенного предела.

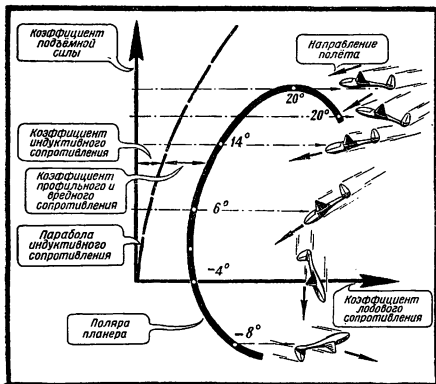


Рис. 18

Угол атаки, при котором коэффициент подъемной силы достигает самого большого значения, называется критическим углом атаки.

При углах атаки, больших критического, частицы воздуха отрываются от поверхности профиля крыла и от этого аэродинамическая сила сильно отклонится назад, коэффициент подъемной силы уменьшится, а коэффициент лобового сопротивления резко увеличится. При этом обтекание профиля почти не отличается от обтекания плоской пластинки, поэтому летать на планере при углах атаки больших, чем критический, невыгодно и опасно. Полет на таких углах атаки крыла называется парашютированием.

При движении планера с определенным отрицательным углом атаки крыла, когда обтекание его воздухом почти симметрично,

крыло совсем не будет создавать подъемной силы. Такой угол атаки называется первым летным углом и соответствует отвесному пикированию.

Рис. 18. Зависимость между подъемной силой и лобовым сопротивлением планера, а также их коэффициентами при различных углах атаки крыла, изображается графически в виде кривой линии, называемой полярой планера. На графике коэффициенты подъемной силы откладываются вверх от точки пересечения координат. Коэффициенты лобового сопротивления откладываются вправо. Углы атаки крыла отмечаются на самой поляре.

Подъемную силу создает только крыло. Другое дело — лобовое сопротивление. Его создает не только крыло, но и фюзеляж, хвостовое оперение, посадочные приспособления, все другие детали, соприкасающиеся с воздухом, и даже щели между отдельными деталями планера. Поэтому на поляре планера коэффициенты сопротивления всех других деталей прибавляются к коэффициенту сопротивления крыла.

Лобовое сопротивление планера складывается из индуктивного и профильного сопротивления крыла и вредного сопротивления всех других деталей. Фюзеляж, оперение и другие детали планера, соприкасающиеся с воздухом, создают только вредное сопротивление.

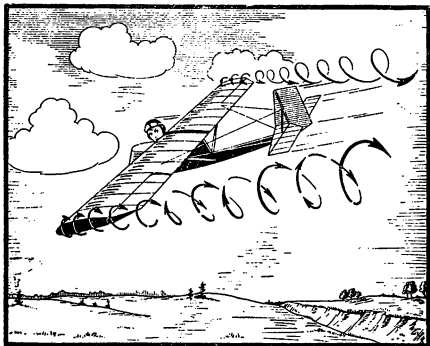


Рис. 19

Рис. 19. Благодаря разности давления у верхней и нижней поверхности крыла, воздух стремится перетекать по бокам снизу вверх — в сторону меньшего давления, образуя на конце крыла зоны закрученного воздуха.

Сопротивление крыла, которое вызвано энергетическими затратами на образование подъемной силы, является для планера неизбежным и называется индуктивным сопротивлением; по-другому его можно назвать вызванным.

Когда нет подъемной силы, нет и индуктивного сопротивления, но как только появляется подъемная сила, сразу же появляется и оно. Чем больше подъемная сила, тем больше и индуктивное сопротивление. Форма крыла в плане и главным образом отношение размаха к хорде в большой степени влияют на величину индуктивного сопротивления. Наименьшее индуктивное сопротивление создает крыло эллипсовидной формы (в плане). Наибольшее индуктивное сопротивление создает прямоугольное крыло. Увеличение размаха крыла, т. е. его длины, за счет уменьшения ширины (хорды) уменьшает индуктивное сопротивление при одинаковой подъемной силе. Происходит это потому, что у длинного и узкого крыла по бокам перетекает меньше воздуха, чем у широкого и короткого крыла.

Вредное сопротивление планера, в зависимости от причины возникновения, складывается из сопротивления давления и сопротивления трения. Плоская пластинка, установленная вдоль направления движения, испытывает, как уже было замечено, только сопротивление трения. Всякое другое тело, даже удобообтекаемое, но имеющее определенный объем, испытывает еще и сопротивление давления.

Когда планер стоит на земле, то все детали его испытывают одинаковое атмосферное давление со всех сторон. Когда же планер летит, то воздушная масса, уступая ему место, сопротивляется его движению, давит на детали планера спереди больше, чем сзади; это и есть сопротивление давления. Причиной сопротивления трения является трение частиц воздуха о поверхность планера. Частицы воздуха, непосредственно соприкасающиеся с поверхностью планера, трутся о его крыло, фюзеляж, оперение и, благодаря трению, сами увлекаются за планером. При этом, чем ближе частицы воздуха находятся к поверхности, тем с большей скоростью они двигаются за планером.

Исследования показали, что специальным подбором формы крыловых профилей (так называемых «ламинарных») удастся существенно снизить сопротивление трения. Чем совершеннее будет профиль крыла, тем меньшее сопротивление (всех видов) воздушной струе будет оказывать крыло; но при этом из всех видов сопротивлений сопротивление трения составит уже заметную долю. Нормальная работа ламинарных профилей возможна только при условии, если поверхность их достаточно гладкая. Недопустимы даже еле заметные выступы, царапины и шероховатости краски.

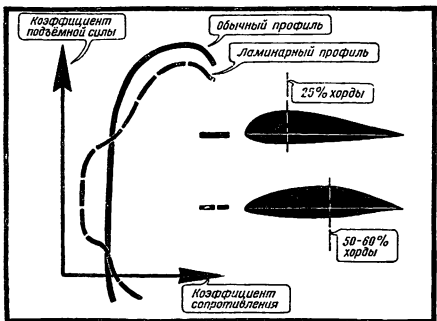


Рис. 20

Всякого рода заклепки с круглой, а иногда даже и с потайной головкой, вредны, так как они создают добавочное сопротивление.

Рис. 20. У специального ламинарного профиля наибольшая толщина находится на 50% хорды крыла и более. Сопротивление трения у такого профиля значительно меньше по отношению к другим профилям при одинаковой подъемной силе. Но выгода ламинарных профилей сохраняется не на всем диапазоне летных углов атаки. На поляре крыла участок с малым сопротивлением таких профилей замечен по характерной выпуклой части.

Величина лобового сопротивления оказывает существенное влияние на летные данные планера.

Уменьшение лобового сопротивления планера позволяет уменьшить угол планирования, который зависит от отношения подъемной силы к лобовому сопротивлению. Это отношение называется аэродинамическим качеством планера. Величина аэродинамического качества не только показывает, во сколько раз подъемная сила больше лобового сопротивления, но и как далеко планер может улететь, снижаясь с определенной высоты. Если, например, планер имеет аэродинамическое качество, равное тридцати, то это значит, что подъемная сила в тридцать раз больше лобового сопротивления и планер с высоты одной тысячи метров (в условиях спокойного воздуха) может пролететь расстояние, равное тридцати километрам.

Аэродинамическое качество является главным показателем лет-

ного совершенства планера, от которого зависят и другие летные данные. Так, например, число, показывающее, во сколько раз вес планера больше его аэродинамического качества, определяет величину силы тяги в килограммах, необходимую для того, чтобы планер летел горизонтально (без снижения). Поэтому, чем выше значение показателя аэродинамического качества планера, тем с меньшей тягой двигатель потребуется для буксировки планера в горизонтальном полете.

Число, показывающее, во сколько раз поступательная скорость планера (выраженная в метрах в секунду) больше значения его аэродинамического качества, определяет величину скорости снижения планера (также в метрах в секунду). Очевидно, что меньшая скорость снижения при одинаковой поступательной скорости будет у планера с большим аэродинамическим качеством.

Однако величина аэродинамического качества в свою очередь зависит от поступательной скорости планирования. Дело в том, что на различных углах атаки крыло планера создает различную по величине подъемную силу. На малых углах атаки коэффициенты подъемной силы малы и для сохранения равновесия между силой тяжести и аэродинамической силой планер должен лететь с большей скоростью. Чтобы увеличить скорость, придется планировать более круто, так как тянуть планер вперед может только вес. Увеличение угла планирования ведет к уменьшению аэродинамического качества, и планер с одной и той же высоты на большей скорости пролетит меньшее расстояние. Поэтому увеличение скорости планирования ведет к уменьшению аэродинамического качества. Наибольшее аэродинамическое качество наблюдается только на определенной для каждого планера скорости планирования, называемой *наивыгоднейшей скоростью планирования*. При изменении этой скорости в ту или иную сторону аэродинамическое качество планера уменьшается. Вот почему на различных скоростях планирования изменяется скорость снижения планера, угол планирования и потребная тяга для буксировки.

Планер с наиболее высоким аэродинамическим качеством экономнее расходует высоту, лучше набирает ее в восходящих потоках и это дает ему возможность летать более продолжительно.

Повышение аэродинамического качества является также одной из важнейших задач при конструировании планеров и достигается за счет уменьшения лобового сопротивления.

Но в процессе проектирования планера конструктору приходится решать задачи не только по обеспечению наибольшего аэродинамического качества, но и по выполнению требований уменьшения веса конструкции, наибольшего упрощения производства, уменьшения стоимости планера, удобства эксплуатации и ряд других часто противоречивых требований.

Учебные планеры, отвечающие в первую очередь требованиям простоты конструкции и дешевизны производства, как правило, имеют меньшее аэродинамическое качество, чем спортивные планеры-парители.

2. РЕЖИМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ

Установившееся планирование является одним из основных элементов полета на планере. В зависимости от углов атаки крыла определяют различные режимы установившегося планирования. Наивыгоднейший режим планирования определяется минимальным углом траектории к линии горизонта и зависит только от максимального аэродинамического качества планера. На этом режиме в условиях спокойного воздуха с определенной высоты планер пролетит наибольшее по дальности расстояние. Чем больше макси-

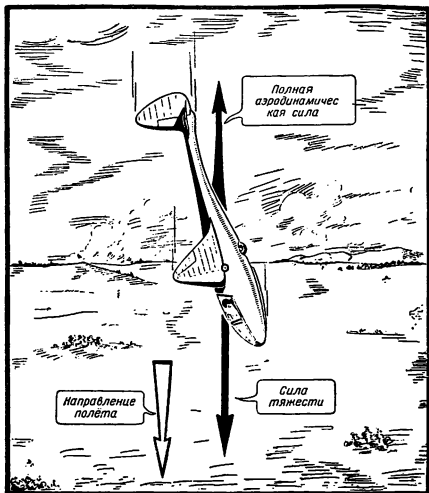


Рис. 21

мальное аэродинамическое качество планера, тем меньше угол его планирования. Минимальному углу планирования соответствует только один невыгоднейший угол атаки крыла. Если планер летит с углом атаки крыла большим или меньшим, чем невыгоднейший, то угол планирования всегда будет больше минимального.

У планеров с разным аэродинамическим качеством разные и углы планирования. Однако два разных планера могут летать и с одинаковым углом планирования. В этом случае планер с лучшим аэродинамическим качеством должен лететь с углом атаки большим или меньшим, чем невыгоднейший.

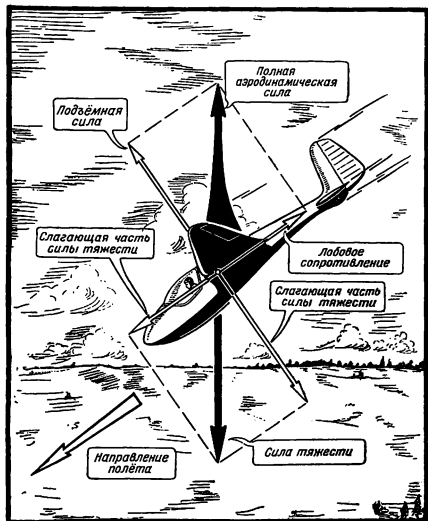


Рис. 22

Таким образом, у всякого планера каждый угол атаки крыла соответствует определенному углу планирования и скорости полета.

Рис. 21. Наименьший угол атаки крыла (как правило, отрицательный), при котором подъемная сила отсутствует, соответствует отесному пикированию планера. Так как планеры имеют удобообтекаемую форму, их скорость при пикировании может достигать большой величины, значительно превышающей предельно допустимую. Поэтому отесное пикирование на планерах никогда не производится. Кроме того, с целью предупреждения возможности пикирования на слишком большой скорости, планеры оборудуются воздушными тормозами, которые вы можете открывать в необходимых случаях для торможения.

Рис. 22. При увеличении угла атаки крыла скорость планирования станет уменьшаться. На малых, но положительных углах атаки планер будет находиться в крутом планировании, которое применяется только для того, чтобы набрать скорость перед выполнением фигуры высшего пилотажа. Угол планирования в этом случае равен $25-30^\circ$ к линии горизонта. Планер быстро набирает скорость и быстро теряет высоту.

При дальнейшем увеличении угла атаки крыла до наимыгоднейшего угол планирования будет уменьшаться до минимального. На углах атаки больших, чем наимыгоднейший, угол планирования опять начнет увеличиваться, а скорость полета будет уменьшаться.

Режим полета с углом атаки меньшим, чем наимыгоднейший, но со скоростью планирования большей, чем наимыгоднейшая, называется первым режимом планирования.

Режим полета с углом атаки большим, чем наимыгоднейший, но со скоростью планирования меньшей, чем наимыгоднейшая, называется вторым режимом планирования.

Таким образом, в полете вы имеете возможность применять два режима с одинаковым углом планирования, но с разной скоростью.

Рис. 23. Когда планер летит с углом атаки крыла большим, чем критический, то при этом угол планирования значительно увеличивается. Такой режим полета называется парашютированием. Устойчивость и управляемость планера при парашютировании недостаточна: планер все время стремится свалиться на крыло или сделать «клевок» носом. Парашютирование нельзя допускать при любых условиях.

Каждому углу планирования соответствует определенная скорость снижения планера. Наибольшая скорость снижения наблюдается при отесном пикировании, когда она равна поступательной скорости. При уменьшении угла планирования скорость снижения также уменьшается. Наименьшая скорость снижения соответствует, однако, не минимальному углу планирования, а немного большему, при скорости несколько меньшей, чем наимыгоднейшая. Происходит это потому, что скорость снижения зависит не только от аэродинамического качества планера, но также и от скорости

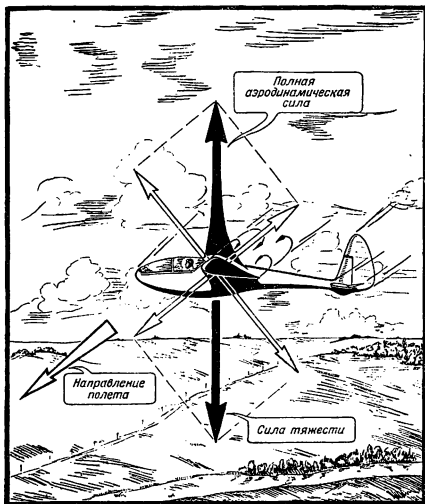


Рис. 23

планирования. С увеличением угла атаки крыла до наивыгоднейшего, когда аэродинамическое качество увеличивается, а скорость полета уменьшается, уменьшается и скорость снижения.

Но на углах атаки больших, чем наивыгоднейший, когда аэродинамическое качество уменьшилось еще немного, а скорость полета продолжает уменьшаться также интенсивно, скорость снижения оказывается немного меньшей, чем при наивыгоднейшем угле атаки. Только тогда, когда аэродинамическое качество на больших углах атаки снизится значительно, вертикальная скорость начинает увеличиваться.

Если два разных планера имеют одинаковое аэродинамическое качество, то скорость снижения будет меньше у того планера, у которого экономическая скорость будет меньше. Поэтому, чтобы планеры, предназначенные для парения в восходящих потоках, могли парить и при слабом ветре, их делают более тихходными. Для этих планеров скорость снижения имеет решающее значение.

Скорость планирования по наклонной траектории можно разложить на две составляющие, которые будут показывать (1) поступательную скорость планера и (2) скорость его снижения. Однако, для простоты, при небольших углах планирования поступательную скорость считают такой же, как и скорость движения планера по траектории полета.

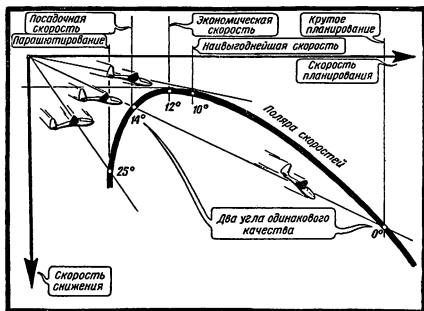


Рис. 24. Графическое изображение поступательной скорости и соответствующей ей скорости снижения планера, при различных углах планирования, называется полярной скоростей. На этом графике поступательная скорость планера откладывается по направлению движения. При этом скорость снижения можно измерить по вертикали вниз, а скорость горизонтального продвижения — по горизонтали вправо. Углы атаки крыла отмечены на полярке.

38

графика проводят линию, касательную к полярке скоростей. Точка касания показывает величину наивыгоднейшей скорости планирования, а проекции этой точки на оси координат — соответствующую скорость снижения и горизонтальную скорость.

Если вы из начала координат проведете другие прямые, то они будут пересекать полярку в двух местах, показывая значение скоростей для первого и второго режимов планирования.

Экономическая скорость полета и минимальная вертикальная скорость определяются касательной, проведенной к полярке параллельно оси «Скорость планирования». Точка касания укажет на значения экономической скорости планирования и наименьшей скорости снижения.

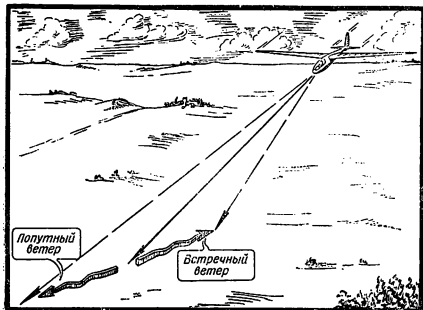


Рис. 25а

Рис. 25, а, б. Ветер оказывает большое влияние на полет планера. Попутный ветер увеличивает путевую скорость относительно земной поверхности и уменьшает фактический угол планирования. Встречный ветер, наоборот, уменьшает путевую скорость и увеличивает фактический угол планирования. Но не следует думать, что если вы летите по ветру, то, на какой бы скорости не летели, ветер в одинаковой степени будет увеличивать дальность планирования. Влияние попутного ветра на дальность полета в большой степени зависит от скорости полета планера. Дело заключается в том, что с изменением скорости планирования изменяется и аэродинамическое качество планера, от которого зависит величина прироста дальности за счет попутного ветра.

Если, к примеру, наибольшее аэродинамическое качество планера равно 30 и планер в условиях спокойного воздуха смог бы пролететь с высоты одного километра расстояние в 30 км, то с попутным ветром силой в 10 м/сек планер на наимыгоднейшей скорости может пролететь 42 км. Прирост дальности составит 12 км.

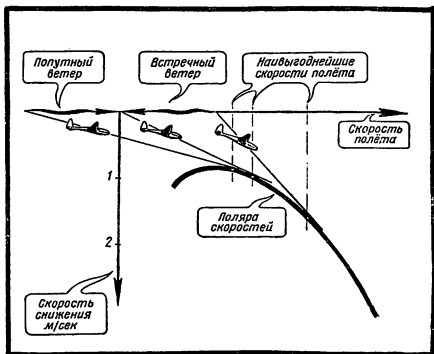


Рис. 256

Если же планер летит со скоростью большей на 30 км/час, чем наимыгоднейшая, то при попутном ветре такой же силы прирост дальности окажется равным всего 2 км. В этом случае можно считать, что помощь, оказанная ветром, не использована.

Находясь в полете, важнее знать не само аэродинамическое качество планера, а относительную дальность, которой можно достигнуть в каждом отдельном случае при попутном или встречном ветре.

Рис. 26. Здесь нижняя кривая показывает изменение относительной дальности полета планера при различной скорости планирования в штиль. Кривые, расположенные на графике выше, отражают изменения, происходящие при различной силе попутного ветра.

Как видно, с усилением ветра кривая относительной дальности все больше и больше вытягивается вверх, что подтверждает не-

одинаковое влияние ветра на угол планирования. Поэтому, если вы летите по ветру с наивыгоднейшей скоростью или немного меньшей, но соответствующей максимальной относительной даль-

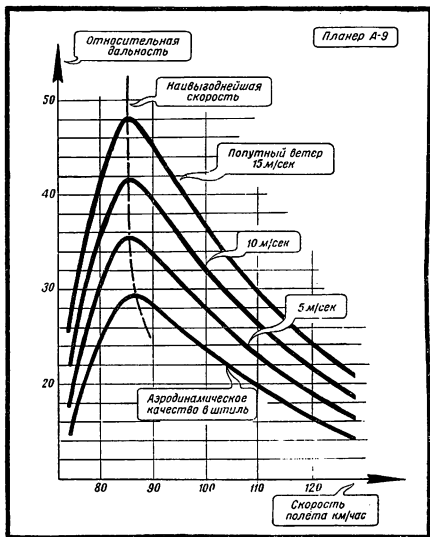


Рис. 26

ности, то прирост от влияния ветра будет самым большим. На большей скорости планирования прирост в дальности будет меньшим.

Для получения наилучших результатов не следует пренебрегать даже небольшими возможностями увеличить дальность полета.

Поэтому не следует летать на повышенных скоростях, если в этом нет необходимости.

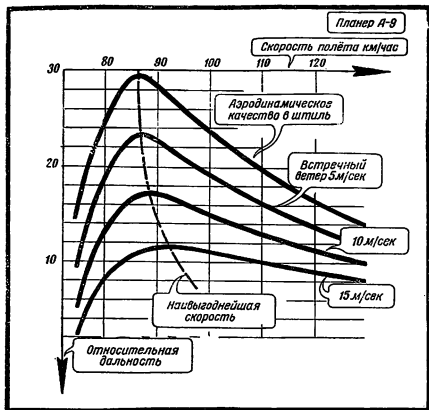


Рис. 27

Рис. 27. Здесь изменение относительной дальности полета планера при различной скорости планирования в штиль показывает верхняя кривая. Кривые, расположенные на графике ниже, отражают изменения, происходящие при различной силе встречного ветра.

Здесь кривые относительной дальности, в зависимости от скорости полета, наоборот, выпрямляются и уходят в сторону повышенных скоростей. Поэтому на планировании при встречном ветре не следует лететь на наивыгоднейшей скорости, так как это ведет к излишнему сокращению дальности полета. В этом случае скорость полета необходимо увеличить в соответствии с силой ветра и летными данными вашего планера.

Однако не следует думать, что скорость следует увеличивать много. Даже в самый сильный ветер не рекомендуется увеличивать скорость планирования более, чем на 20—30 км в час. Лучше

всего иметь для каждого планера специальные графики, по которым можно было бы перед полетом наметить основные режимы, которые необходимо выдерживать в различных случаях.

В планирующем полете приходится летать не только с попутным и встречным, но и с боковым ветром.

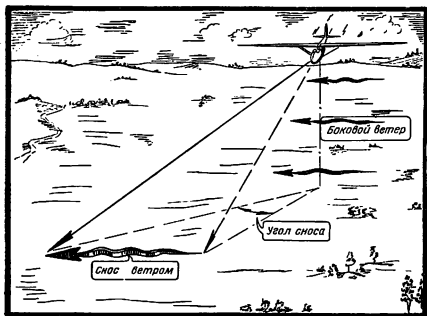


Рис. 28

Рис. 28. Когда планер летит при боковом ветре, то несмотря на то, что его ориентировка (направление носа) не изменилась, ветер постепенно сносит его в сторону от линии пути относительно земной поверхности. Таким образом, хотя планер и не меняет своего курса, направление его движения под действием бокового ветра изменяется. Возникает снос планера.

Угол, заключенный между направлением продольной оси планера и направлением его движения относительно земли, называется углом сноса.

Величина сноса зависит от скорости ветра. Чтобы устранить снос планера и сохранить направление полета неизменным относительно земли, необходимо взять угол упреждения. В этом случае планер будет двигаться без сноса, непосредственно в наметенную точку.

Кроме того, в планирующем полете планер очень часто попадает в восходящие и нисходящие потоки воздуха.

Рис. 29. Когда планер попадает в восходящий поток, скорость снижения относительно земной поверхности может значительно уменьшиться или, что еще лучше, планер станет набирать высоту.

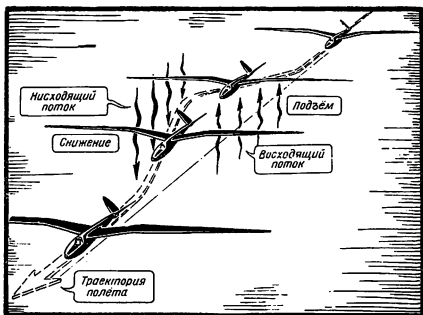


Рис. 29

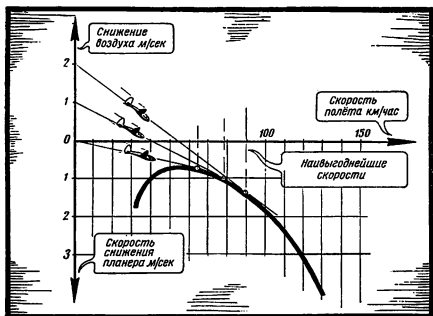


Рис. 30

В нисходящем участке воздуха скорость снижения, наоборот, увеличивается и планер больше теряет высоту.

Если планер набирает высоту, а вам этого больше не нужно, то планирующий полет следует выполнять на повышенной скорости. В этом случае вы быстро пролетите восходящую часть воздуха без снижения и сэкономите часть летного времени. Когда же планер попадает в нисходящую часть воздуха, то скорость полета можно также увеличить, чтобы быстрее пролететь этот участок. Но здесь излишнее увеличение скорости может привести к слишком большому снижению. Поэтому в нисходящем потоке увеличивать скорость планирования более чем на 10—15 км в час нецелесообразно.

Рис. 30. В каждом отдельном случае полета определять наимыгоднейшую скорость планирования удобно по графику. Этот график показывает, как изменяется наимыгоднейшая скорость в зависимости от скорости снижения потока воздуха.

3. УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ПЛАНЕРА

Поезд устойчиво движется в том направлении, в каком проложены железнодорожные пути, и поэтому паровоз не нуждается в рулях поворота.

Автомобиль может свернуть в сторону с дороги и свалиться в кювет шоссе, если вы перестанете управлять им. Шоссе является только наиболее удобным направлением пути, поэтому автомобиль имеет руль для поворотов в правую или левую сторону. С помощью этого руля, начав обучаться водить автомобиль, вы будете «выбирать» самую ухабистую дорогу. Но потом, овладев машиной, даже на плохой дороге вы будете ездить по наиболее удобным участкам.



Рис. 31

Установленный на четырех колесах (четыре точки опоры) автомобиль движется с креном лишь при условии накренивания шоссе. Когда же вы едете на велосипеде, то на ровном месте не только можете поворачивать вправо или влево, но и невольно накрениваете велосипед в сторону поворота.

Рис. 31. Автомобиль, велосипед и даже футбольный мяч, находящиеся в покое или в равномерном и прямолинейном движении, уравновешены действующими на них силами и находятся, как говорят, в равновесии. Состояние равновесия бывает устойчивым, неустойчивым и безразличным.

Автомобиль обладает устойчивым равновесием, при котором даже большое накренивание дороги или же действие внешней боковой силы не ведет к переворачиванию его, а при прекращении действия внешней силы автомобиль стремится немедленно восстановить нормальное положение.

Равновесие велосипеда в поперечном отношении неустойчивое как в движении, так и при остановке. Даже при самом маленьком крене, если не управлять рулем, велосипед обязательно упадет. Происходит это потому, что сила тяжести вашего тела, даже после прекращения действия внешней силы, стремится еще больше увеличить отклонение велосипеда от нормального положения. Вот почему пока вы не научитесь сохранять равновесие и удерживать велосипед от сваливания на бок, то будете падать направо и налево. Вспомните, как вы учились ездить на велосипеде. Вначале вас «притягивал» каждый столб, каждый забор. Проезжая мимо столба и пытаясь повернуть руль в сторону от него, вы забывали о возникающем крене в обратную сторону, теряли равновесие и поэтому обязательно «врезались» в столб. Только потом, когда вы научились сначала устранять крены, управляя рулем, ездить стало легко и просто.

Футбольный мяч обладает безразличным равновесием. Поэтому он останавливается в любом новом положении, как только прекратилось действие внешней силы. Любое положение футбольного мяча является нормальным.

Степень устойчивости равновесия определяет возможность управления. Равновесие автомобиля очень устойчивое, поэтому накренив его нельзя без помощи домкрата. Но автомобилю и не нужно крениться, даже лучше, если он твердо стоит на четырех колесах. На поворотах при движении с большой скоростью крен автомобиля создается самой дорогой, которая сделана с наклоном в сторону поворота, как на треке. Благодаря большой степени устойчивости при изменении направления движения автомобиля приходится прикладывать к рулевому управлению большие усилия, которые для водителя не особенно заметны ввиду наличия специальной червячной передачи. На тяжелых автомобилях приходится применять даже специальные механизмы для облегчения управления.

У велосипеда нет поперечной устойчивости, поэтому управлять велосипедом очень легко и для поворотов вам достаточно немного

наклониться вместе с велосипедом в нужную сторону, а руль поворачивается почти сам. Поэтому и возможно ездить на велосипеде, отпустив руль.

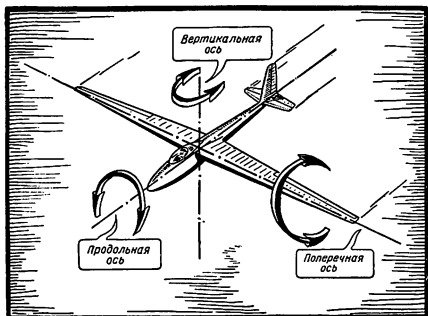


Рис. 32

Рис. 32. Планер, в отличие от всех наземных средств передвижения, может не только поворачиваться вправо и влево, но и двигаться с различными углами планирования к линии горизонта. Кроме того, повороты планера в стороны обязательно сопровождаются креном. Поэтому положение планера в воздухе и его повороты рассматривают относительно трех осей: поперечной, продольной и вертикальной. Поворачиваясь вокруг своей поперечной оси, планер изменяет наклон фюзеляжа и угол планирования относительно линии горизонта. Поворачиваясь вокруг своей продольной оси, планер наклоняется вправо или влево. Кроме того, вращаясь вокруг своей вертикальной оси, планер изменяет курс полета.

В полете вам придется одновременно сохранять равновесие относительно всех трех осей, управляя планером не только рукой, но и обеими ногами. Это и является одной из причин, почему научиться летать на планере сложнее, чем ездить на велосипеде или на автомобиле.

Планер, как и другие средства передвижения, устойчив в полете. Неустойчивых планеров в эксплуатации нет. Однако степень устойчивости у планера значительно меньше, чем, например, у автомобиля.

Планер должен быть не только устойчивым в продольном, поперечном и путевом отношении, но и легко управляемым. Поэтому степень устойчивости планера ни в коем случае не должна мешать управляемости его в воздухе.

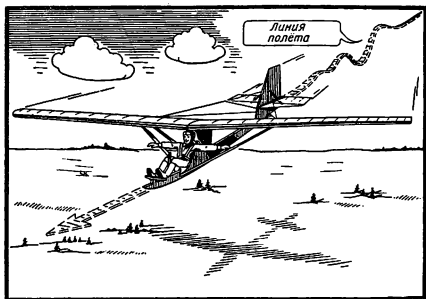


Рис. 33

Рис. 33. Устойчивый планер при небольшом изменении угла атаки или направления движения самостоятельно (без всякого вашего вмешательства) после нескольких колебаний восстановит положение равновесия. У неустойчивого планера отсутствует стремление к сохранению этого положения равновесия, и после даже небольшого уменьшения угла атаки такой планер будет продолжать опускать нос, увеличивая скорость полета. Небольшое увеличение угла атаки у неустойчивого планера приведет к потере скорости и сваливанию на крыло.

В атмосфере постоянно происходят изменения: воздушные массы движутся вверх, вниз и в других направлениях. Все это влияет на полет планера. Порывы ветра изменяют скорость планирования. Восходящие и нисходящие потоки воздуха изменяют углы атаки крыла. Изменение скорости и углов атаки ведет к изменению аэродинамических сил и это, в свою очередь, нарушает равновесие. После действия внешней силы устойчивый планер при закрепленных в нейтральном положении рулях управления быстрее вернется к прежнему режиму полета, чем с освобожденными рулями. Происходит это потому, что освобожденные рули при нарушении

движения планера сами несколько отклоняются под влиянием изменившихся сил и благодаря этому усложняют процесс возвращения планера к прежнему режиму полета. Поэтому степень устойчивости планера определяют для двух случаев: с зафиксированными рулями (1) и с освобожденными рулями (2).

Когда рассматривают устойчивость планера, то интересуются не только вопросом, вернется или не вернется планер к первоначальному положению, но и как будут велики колебания планера после нарушения равновесия, а также как скоро планер опять восстановит прежнее положение.

Управляемостью планера называется его способность изменять угол планирования и направление полета по вашему желанию.

Устойчивость и управляемость планера тесно связаны между собой и противоположны по своему влиянию на поведение планера в воздухе. Чем более устойчив планер, тем труднее будет управлять им, и, наоборот, малоустойчивый планер окажется легко управляемым.

Управление планером осуществляется рулями управления. В полете планер может поворачиваться относительно трех осей, поэтому он имеет три руля управления. Рулем горизонтального оперения управляют относительно поперечной оси планера, изменяя углы атаки крыла и, следовательно, скорость полета. Этот руль называется рулем высоты. Управление относительно продольной оси осуществляется элеронами, которыми создают крены при разворотах или устраняются крены, появившиеся случайно. Рулем вертикального оперения управляют относительно вертикальной оси, поворачивая планер в правую и левую сторону. Этот руль называется рулем поворотов.

Устойчивость и управляемость планера имеет большое значение в летной практике, и если полет на неустойчивом планере труден и опасен, то на неуправляемом — вообще невозможен.

Планеры обычной схемы всегда имеют полную геометрическую симметрию относительно продольной плоскости. Это значит, что правая половина планера точно такая же, как и левая. Ввиду этого изменения углов атаки крыла в полете происходят одинаково по всему размаху и не влияют на поперечное и путевое равновесие планера. Поэтому продольную устойчивость и управляемость можно рассматривать отдельно и независимо от его поведения в поперечном и путевом отношениях.

Повороты планера относительно его продольной оси, или, как говорят, накренение его в правую или левую сторону, ведут к изменению положения планера относительно его вертикальной оси. При появлении крена планер стремится также развернуться в сторону опущенного крыла. В связи с этим поперечную и путевую устойчивость и управляемость рассматривают совместно.

4. ПРОДОЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Возможность обеспечения необходимой степени продольной устойчивости планера на различных углах атаки крыла обуславливается в первую очередь наличием равновесия. Если нет равновесия, то не может быть и устойчивости.

Степень продольной устойчивости зависит от взаимного расположения центра тяжести планера и точки приложения равнодействующей аэродинамических сил.

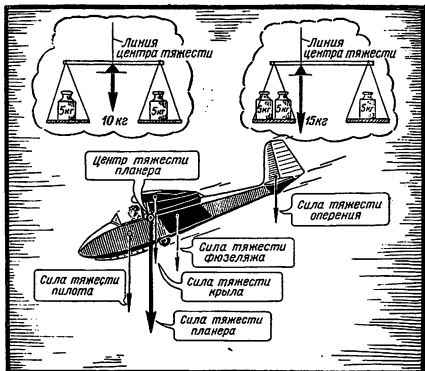


Рис. 34

Рис. 34. Центром тяжести планера называется точка, к которой приложена равнодействующая веса всех деталей планера.

Вес крыла, фюзеляжа, хвостового оперения и других деталей планера, а также вес пилота, распределен по всей конструкции планера неравномерно.

Однако моменты сил, создаваемые весом каждой части планера, взаимно уравновешены относительно центра тяжести. Центр тяжести находится всегда в одном и том же месте независимо от положения планера в полете.

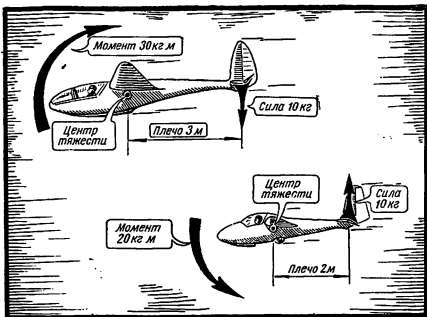


Рис. 35

Рис. 35. Моментом всякой силы называется ее поворачивающее действие. Величина этого поворачивающего действия зависит не только от самой силы, но и от ее плеча, то есть удаления места приложения силы от точки поворота.

Момент всякой силы можно подсчитать, умножив величину силы на плечо ее действия.

Рис. 36. Определение центра тяжести планера производится путем уравнивания его на круглом или треугольном бруске. Меняя положение планера, находят положение равновесия и проводят отвесную прямую линию от точки опоры, над которой при равновесии находится центр тяжести. Передвинув брусок в другое место, на расстояние 20—30 см, опять находят положение равновесия планера и снова проводят отвесную прямую линию. Для большей точности равновесие находят при трех положениях бруска и проводят три отвесных линии, пересечение которых показывает расположение центра тяжести.

Практически, ввиду неточности уравнивания, пересечение линий образует небольшой треугольник. В середине этого треугольника и находится центр тяжести планера.

Если вы хотите определить центр тяжести только по длине хорды крыла, то для этого достаточно одного уравнивания, но точку опоры следует подбирать при равновесии в горизонтальном положении хорды крыла.

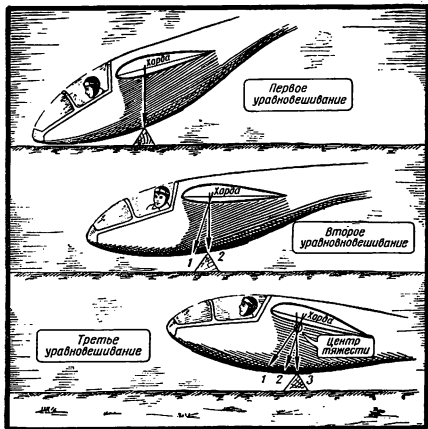


Рис. 36

Центром давления называется точка пересечения равнодействующей всех аэродинамических сил крыла с его хордой. При изменении углов атаки крыла величина аэродинамической силы изменяется; это в свою очередь изменяет и моменты этой силы относительно центра тяжести.

Рис. 37. Аэродинамические силы, действующие на горизонтальное оперение, так же, как и у крыла, создают моменты вокруг центра тяжести планера. Силы, возникающие на оперении, значительно меньше сил, возникающих на крыле; но по отношению к центру тяжести они имеют значительно большее плечо, чем силы крыла.

Поэтому моменты сил, возникающих на горизонтальном оперении, превышают моменты сил, возникающих на крыле.

При установившемся режиме планирования, когда планер удерживается и прямолинейно летит с постоянной скоростью, все моменты сил крыла и оперения также взаимно уравновешены. При

изменении режима планирования изменяются также и моменты сил, возникающих на крыле и горизонтальном оперении. Но моменты сил крыла стараются еще больше нарушить режим полета, а моменты горизонтального оперения, наоборот, стараются вернуть планер к прежнему положению.

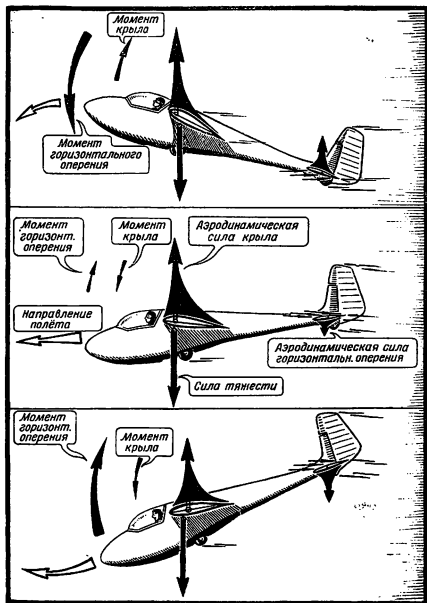


Рис. 37

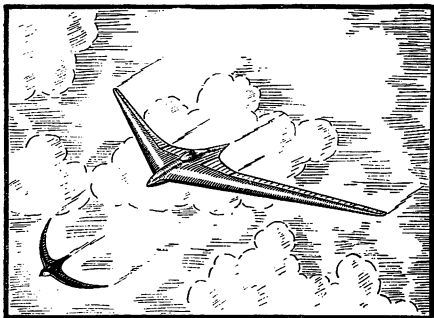


Рис. 38

Если планер сделать таким, чтобы у него само крыло обладало достаточной устойчивостью, то такой планер сможет летать и без хвостового оперения (рис. 38).

Когда под воздействием внешних сил планер увеличит угол атаки крыла, то горизонтальное оперение тоже увеличит угол атаки и создаст пикирующий момент, старающийся опустить нос планера и уменьшить угол атаки крыла. При уменьшении угла атаки крыла горизонтальное оперение также создает момент, но теперь уже направленный в другую сторону; при этом горизонтальное оперение стремится поднять нос планера и увеличить угол атаки крыла. Это так называемый кабрирующий момент.

Величина отклоняющих моментов аэродинамических сил крыла и восстанавливающих моментов горизонтального оперения при нарушении равновесия характеризует степень устойчивости планера. Чем больше восстанавливающие моменты, тем больше и продольная устойчивость планера. Планер считается достаточно устойчивым в продольном отношении, если после увеличения или уменьшения скорости планирования на 10 км в час по прибору с последующей фиксацией рулей в нейтральном положении через 3—4 покачивания он восстановит прежнюю скорость.

При скорости полета, на которой не ощущается давление от ручки управления ни вперед, ни назад, устойчивый и правильно отрегулированный планер в спокойную погоду может лететь с освобожденным управлением. На устойчивом планере при увели-

чения скорости планирования ручка управления сопротивляется отклонению от себя и вам приходится преодолевать ее давление. При уменьшении скорости планирования ручка сопротивляется отклонению ее на себя, и вы также будете чувствовать, что она тянет вперед. В таких случаях говорят, что планер устойчив по скорости.

Положение центра тяжести относительно хорды крыла называется центровкой планера, которая выражается в процентах от средней аэродинамической хорды (САХ).

При нормальной центровке (25—26% САХ) планер имеет достаточную продольную устойчивость.

При передней центровке (20—23% САХ) степень устойчивости планера увеличивается, а при задней — уменьшается.

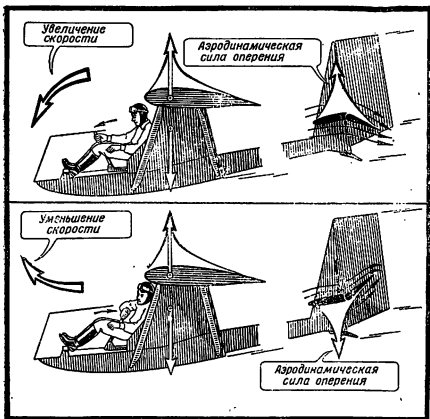


Рис. 39

Рис. 39. Когда вы, управляя планером, отклоняете ручку управления от себя или на себя, то этим вы также создаете изменяющие режим моменты. Отклоняя ручку управления от себя, вы от-

клоняете руль высоты вниз. Это создает аэродинамическую силу на горизонтальном оперении, направленную вверх (пикирующий момент). Эта сила стремится опустить нос планера. Если же вы отклоняете ручку управления на себя, то, наоборот, поднимаете руль высоты и создаете силу на оперении, направленную вниз (кабрирующий момент). Эта сила стремится поднять нос планера.

Чем больше вы отклоняете рули, тем большими будут и поворачивающие моменты, и тем быстрее увеличит или уменьшит скорость полета ваш планер. Поэтому ручку управления нельзя отклонять слишком резко и много, так как это может привести или к потере скорости, или к слишком большому ее увеличению.

При взлете с помощью механической лебедки на планер кроме того действует момент силы тяги троса. Величина этого момента зависит от направления силы тяги и расположения точки крепления троса к планеру. Расположение буксировочного замка в носовой части планера создает пикирующий момент, старающийся опустить нос планера и уменьшить угол подъема. Для сохранения необходимого угла подъема ручку управления приходится отклонять на себя и создавать этим кабрирующий момент, противодействующий моменту троса.

В полете на буксире за самолетом сила тяги буксировочного троса также создает момент, который в большинстве случаев будет кабрирующим. Величина этого момента зависит от скорости буксировки и положения планера относительно самолета-буксировщика. На большей скорости буксировки ручку управления приходится больше отклонять от себя, чем на меньшей скорости. В полете с превышением, когда планер находится выше самолета, кабрирующий момент может уменьшиться и перейти в пикирующий. Если же планер летит с принижением, то кабрирующий момент увеличится и планер будет стремиться поднять нос. Момент силы от троса оказывает влияние на продольную устойчивость и управляемость, поэтому полет на буксире имеет отличия от свободного полета.

Кабрирующий момент, появляющийся в полете на буксире за самолетом, действует продолжительное время, поэтому ручку управления в течение всего полета приходится отклонять от себя, преодолевая ее давление на руку. Чтобы уменьшить это давление, на руле высоты устанавливают управляемую из кабины пилота небольшую отклоняющуюся пластинку, называемую триммером руля высоты.

Если триммер отклонить вверх, то возникающая при этом небольшая аэродинамическая сила создает шарнирный момент и стремится опустить руль высоты; если же триммер опустить, то его момент, наоборот, будет поднимать руль высоты. Таким образом, чтобы снять или уменьшить давление на руку отклоненной от себя ручки управления, необходимо поднять триммер и руль высоты сам отклонится вниз на необходимую величину, создавая

этим аэродинамическую силу, момент которой уравнивает кабрирующий момент от буксировочного троса.

Когда на планере нет триммера, то давление на руку уменьшают небольшим амортизатором, который надевают на ручку управления.

Б. БОКОВАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ

Поперечная устойчивость и управляемость, а также путевая устойчивость и управляемость находятся в тесной связи и влияют друг на друга. При появлении крена в полете планер начинает поворачиваться в сторону крена. Развороты планера всегда про-

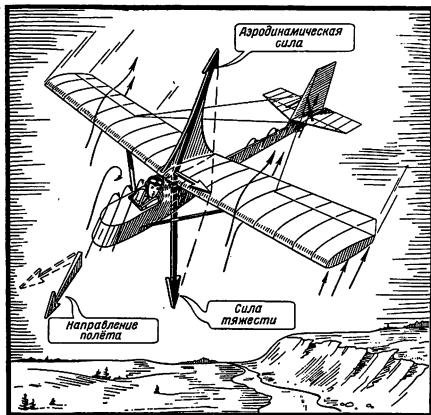


Рис. 40

изводятся с креном, величина которого в большой степени влияет на правильность разворота. Поэтому, как было сказано выше, поведение планера в поперечном и путевом отношении рассматривают совместно.

Рис. 40. При появлении крена или при повороте планера в какую-либо сторону относительно направления движения начинается

скольжение планера на крыло. Планер начинает лететь боком к направлению движения. При крене скольжение на крыло происходит от того, что сила тяжести планера и аэродинамическая сила

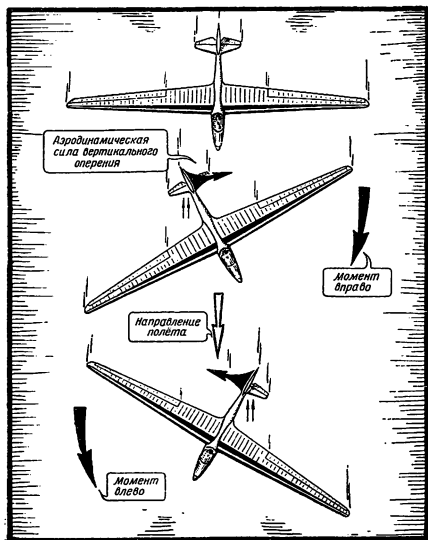


Рис. 41

действуют уже не в строго противоположных направлениях, как в нормальном полете, а под определенным углом: аэродинамическая сила действует не только вверх, но и немного в сторону крена. Поэтому равнодействующая этих сил направлена в сторону скольжения.

Рис. 41. Когда нет крена, но планер повернулся боком к направлению движения, он тоже скользит на крыло. В том и другом случае, когда появляется скольжение, начинается косое обтекание, при котором одно крыло планера как бы летит впереди другого. Крыло,двигающееся впереди, встречается с невозмущенным воздухом, а другое крыло уже находится в аэродинамической тени фюзеляжа. Кроме того «V»-образное расположение крыльев усиливает несимметричность обтекания правого и левого крыла. Крыло,двигающееся впереди, встречается с воздушным потоком под большим углом атаки, чем крыло, которое находится несколько позади. Поэтому аэродинамическая сила оказывается больше

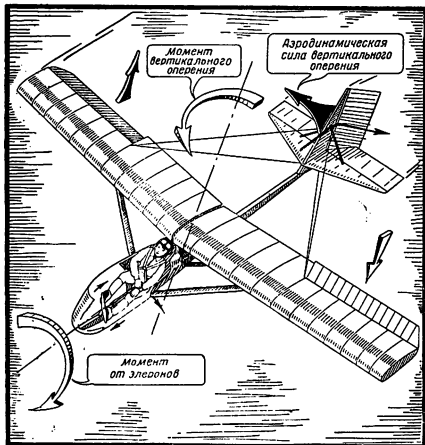


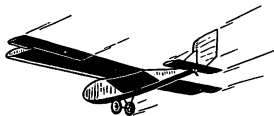
Рис. 42

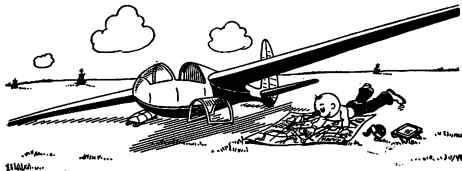
у переднего крыла и точка приложения аэродинамической силы смещается в сторону этого крыла. Таким образом, появляется момент, старающийся вывести планер из крена и вернуть его в первоначальное положение.

Вертикальное оперение при скольжении также создает момент, старающийся повернуть планер в сторону скольжения.

Если момент от крыла больше, чем момент от вертикального оперения, то планер выйдет из крена, почти не изменив направления первоначального движения. Если же момент от вертикального оперения больше, то планер станет разворачиваться в сторону крена и перейдет в спираль. Когда поворачивающие моменты от вертикального оперения соответствуют моментам от крыла, то планер одновременно выйдет из крена и несколько повернется в сторону скольжения.

Рис. 42. Правильное соотношение между поворачивающими и кренящими моментами при отклонении руля поворотов и элеронов обеспечивает нормальное поведение планера при выполнении разворотов. В том случае, когда на вводе в разворот вы отклоняете элероны и руль поворотов на одинаковую величину, а планер от этого начинает разворачиваться без скольжения, то считается, что соотношение моментов боковой управляемости выбрано правильно. Если же соотношение моментов боковой управляемости выбрано неудачно, то это потребует большего отклонения одного из рулей на вводе, так как при одинаковом отклонении начнется скольжение во внутреннюю или внешнюю сторону. В развороте такой планер придется поддерживать отклонением одного из рулей движением ручки или педали в обратную сторону. Для вывода такого планера из разворота без скольжения придется отклонять рули с определенным опережением, например, руль поворотов относительно элеронов, или наоборот. Полет на таком планере потребует большей практики для усвоения его особенностей и большего внимания при полетах.





Глава вторая КОНСТРУКЦИЯ ПЛАНЕРОВ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛАНЕРОВ

Планер имеет много общего с самолетом, однако, отсутствие у планера двигателя отличает его от самолета и определенным образом влияет на его конструкцию. Различные типы планеров также отличаются друг от друга; в зависимости от своего назначения планеры разделяют на транспортные и спортивные.

Транспортные планеры представляют собою своего рода воздушные вагоны, в которых можно перевозить по воздуху различные грузы. Особенно это относится к таким крупногабаритным грузам, которые не могут быть размещены внутри самолетов-буксировщиков.

Использование транспортных планеров выгодно, так как они дают возможность значительно увеличивать полезную нагрузку тех самолетов, которые не предназначены для перевозки грузов. Кроме того транспортные планеры могут производить посадку (после отцепки от самолетов-буксировщиков) на площадках, не приспособленных для посадки самолетов.

У планера нет мотора, поэтому он может бесшумно подойти к месту посадки и, особенно в ночных условиях, остаться незамеченным. Во время Великой Отечественной войны транспортные планеры широко применялись для снабжения партизанских отрядов оружием, боеприпасами и другим снаряжением.

Спортивные планеры применяют для первоначальной летной подготовки, а также для воздушного спорта.

Спортивные планеры в зависимости от их назначения, а также от условий, при которых они могут быть использованы, разделяют на три группы:

- 1) учебные планеры;
- 2) планеры-парители;
- 3) пилотажно-акробатические планеры.

Первую группу планеров составляют учебные планеры.

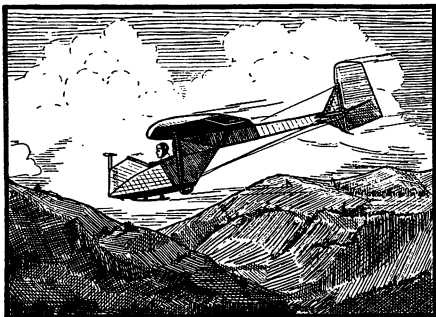


Рис. 43.

Рис. 43. Эти планеры предназначены для первоначального обучения в кружках и планерных станциях; они наиболее просты по конструкции и своим аэродинамическим формам. Стоимость планеров первоначального обучения в серийном производстве невелика. В настоящее время такими планерами являются: учебный планер БРО-9 конструкции Б. И. Ошкинис и планер А-1 конструкции О. К. Антонова.

Сборка и разборка учебного планера производится в течение 20—30 мин. двумя или тремя планеристами. Хранение учебного планера не требует больших помещений. При наличии благоприятных условий на учебных планерах производятся также и учебные парящие полеты. Запуск в воздух учебных планеров производится при помощи амортизатора или механизированной лебедки с использованием мощности мотоцикла или автомобиля.

Вторую группу планеров составляют тренировочные и рекордные планеры-парители, предназначенные для парящих полетов над склонами гор и в равнинной местности. В свою очередь, эта группа планеров делится на два класса.

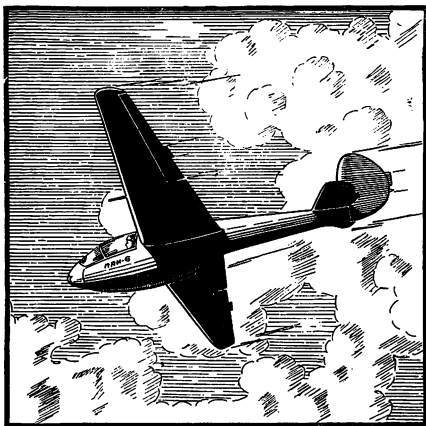


Рис. 44

Рис. 44. Первый класс включает в себя планеры-парители, на которых допускаются парящие полеты в простых метеорологических условиях. Планеры этого класса применяют для обучения парящим полетам в гористой и равнинной местностях, а также для тренировки в полетах на буксире за самолетом.

К таким планерам можно отнести: ВА-3 конструкции В. В. Абрамова, ПАИ-6 конструкции А. И. Пьецуха, двухместный планер Ш-17 конструкции Б. Н. Шереметева, МАК-15 конструкции М. А. Кузакова, РС-1, БС-5 и А-2 конструкции О. К. Антонова и другие.

Тренировочные планеры-парители обладают более высокими летными качествами, чем планеры первой группы (учебные). По технике пилотирования они также отличаются от учебных. По сте-

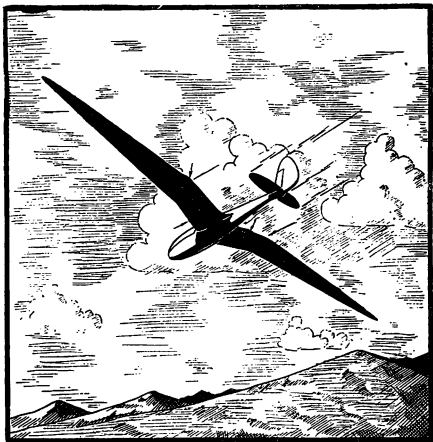


Рис. 45

пени устойчивости и управляемости тренировочные планеры обычно доступны начинающим планеристам, освоившим планирующие полеты на учебном планере.

Тренировочные планеры иногда называют легкими парителями, так как их вес не превышает 150—200 кг. Наивыгоднейшая скорость планирования для таких планеров находится в пределах 55—75 км/час.

Рис. 45. Ко второму классу этой группы относят планеры, на которых допускается парение в сложных метеорологических условиях, а также выполнение простого фигурного пилотажа.

Запуск в воздух и подъем на высоту планеров второй группы может производиться не только при помощи амортизатора или механических средств запуска, но и самолетами-буксировщиками.

Рекордные планеры-парители отличаются от всех других типов высокими летными данными, позволяющими более широко исполь-

зовать восходящие потоки воздуха и выполнять длительные парящие полеты. Представителем этого класса является одноместный планер А-9 конструкции О. К. Антонова, который положительно зарекомендовал себя во многих парящих полетах.

Спортивные планеры, применяемые для парящих полетов в простых и сложных метеорологических условиях, для слепых полетов в кучевых облаках и для высшего пилотажа, по своей конструкции во многом напоминают самолет, однако по сравнению с ним имеют более совершенные аэродинамические формы.

К этому классу планеров относятся также планеры Г № 7, «Стахановец», Ш-16 и другие.

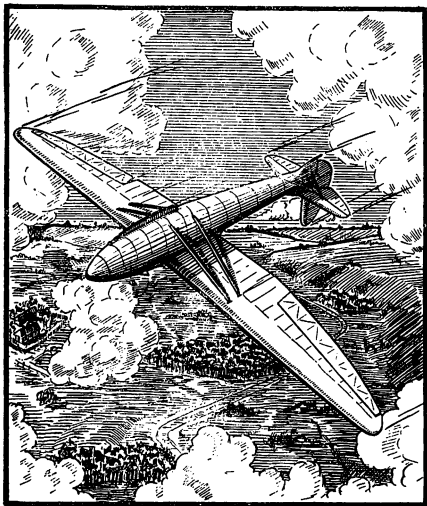


Рис. 46

Рис. 46. К третьей группе спортивных планеров относятся планеры-парители, которые предназначаются для выполнения всех фигур высшего пилотажа и для воздушной акробатики, а также для парения в сложных метеорологических условиях. Эти планеры отличаются повышенной прочностью и маневренностью. Однако они уступают планерам второй группы по парящим свойствам, являются узкоспециализированными и поэтому большого распространения не получили.

Тем не менее, такой пилотажный планер, как Г-9 конструкции В. К. Грибовского, который удачно сочетал в себе хорошие пилотажные и парящие свойства, пользовался большим успехом у советских планеристов.

На планере нет мотора, поэтому планеры всех типов — учебные, тренировочные и др. — должны наиболее экономно расходовать имеющуюся высоту полета, т. е. иметь возможно большее аэродинамическое качество и возможно меньшую скорость снижения. Эффективность использования планеров в очень большой степени зависит от этих двух факторов. Поэтому даже планеры учебные, наряду с требованиями простоты конструкции и дешевизны изготовления, должны отвечать высоким требованиям в отношении летных данных.

Многочисленные попытки создать массовый планер чаще всего заканчивались неудачей. Конструкторы создали планеры, обладающие малым весом (не превышающим 60—65 кг), создали конструкции, отличающиеся простотой изготовления и дешевизной производства; но так как эти планеры имели низкие летные данные, то они, как правило, планеристами были отвергнуты и не нашли массового распространения. Такая участь постигла планеры М-3, М-4, М-5 и М-6 — О. К. Антонова, Г № 10 — Г. Ф. Грошева и другие.

Дело заключается в том, что первоначальная подготовка планериста в подлетах и планирующих полетах, хотя и является наиболее ответственной и необходимой, вместе с тем является и наименее увлекательной для спортсменов, сравнительно непродолжительной в процессе всей подготовки настоящего планериста. Необходимо создать такой массовый планер, который обеспечил бы возможность использовать восходящие потоки воздуха повсеместно, в условиях наибольшего количества планерных клубов и станций и сделал бы возможным осуществление массовых парящих полетов.

2. КРЫЛО ПЛАНЕРА

Главной частью всякого планера является крыло. В плане крылья имеют различную форму. На планерах чаще всего применяются прямоугольные и трапецевидные крылья.

Кроме того, встречаются крылья с прямоугольной центральной частью, называемой центропланом. Концы крыла для уменьшения индуктивного сопротивления почти всегда имеют закругленную форму. Иногда крылья в плане имеют стреловидную фор-

му вперед или назад. При прямой стреловидности концы крыла отнесены назад, при обратной стреловидности — вперед. Обратную стреловидность крыла часто делают для более удобного расположения пилота и пассажира на двухместном планере. Пилот и пассажир имеют хороший обзор, так как центральная часть крыла расположена позади пилотских кабин, а для обеспечения необходимой центровки планера концы крыла вынесены вперед и образуют обратную стреловидность. Прямая стреловидность обычно встречается на бесхвостых планерах.

Отношение размаха прямоугольного крыла к его хорде называется удлинением крыла. Удлинение крыла трапецевидной или какой-либо другой формы в плане характеризуется отношением размаха крыла к его средней хорде и соответствует удлинению воображаемого прямоугольного крыла с одинаковым размахом при одной и той же с реальным крылом площади.

Деревянный или металлический остов крыла называется каркасом.

Рис. 47. Каркас крыла состоит из лонжеронов, нервюр, ребра атаки и ребра обтекания.

В зависимости от конструкции крылья планеров делают однолонжеронными и двухлонжеронными. Выбор внешних форм крыла подчинен требованию образования достаточной подъемной силы при минимальном сопротивлении. Внутренний каркас крыла воспринимает на себя действующие аэродинамические силы. Лонжероны крыла, располагающиеся вдоль размаха, воспринимают изгибающие нагрузки. Нервюры прочно закреплены на лонжеронах и передают на них эти нагрузки со всей поверхности крыла.

Если крыло планера двухлонжеронной конструкции, то его лонжероны прочно скрепляются между собой и образуют так называемую коробку лонжеронов.

Однолонжеронное крыло в передней части профиля, как правило, обшивается толстой фанерной обшивкой, которая вместе с лонжероном образует своеобразную фанерную «трубу», подкрепленную изнутри носками нервюр и продольными стрингерами. Такая фанерная труба предохраняет крыло от скручивания. Передняя кромка крыла, или, как иначе говорят, ребро атаки, связывает носки нервюр между собой, а задняя кромка — ребро обтекания — связывает хвосты нервюр. Внешняя обшивка крыла — из материи. Ее делают воздухонепроницаемой посредством многократного покрытия аэролаком.

Для подвески элеронов крыло имеет дополнительные лонжероны; однако в некоторых конструкциях крыльев элероны подвешивают непосредственно к усиленным нервюрам.

На учебных планерах, как правило, делают крыло прямоугольной формы в плане. Такая форма является наиболее простой в производстве и при ремонте. Удлинение крыла, т. е. отношение его размаха к хорде, у учебного планера не превышает

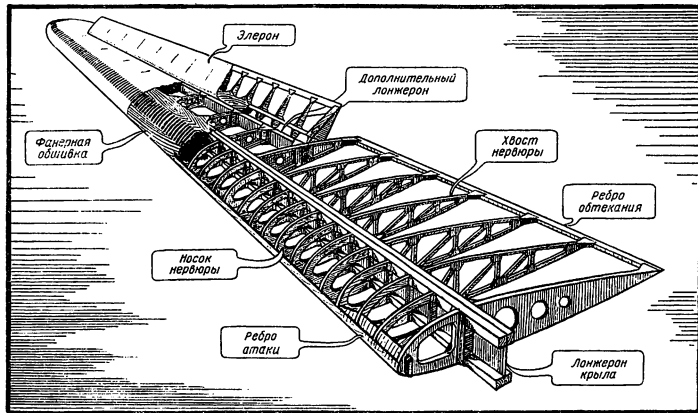


Рис. 47

8—10. В большинстве случаев крыло учебного планера подкрепляется подкосами. Спортивные планеры имеют крылья с большим удлинением, достигающим 20; как правило, их делают без подкосов, т. е. свободнонесущими. При изготовлении крыла спортивного планера особое внимание уделяется точности контуров профиля и качеству отделки поверхности.

Если посмотреть на крыло спереди, то можно увидеть, что концы крыла несколько приподняты относительно центральной его части. Такое крыло называют V-образным. Делают крыло V-образным для того, чтобы добиться необходимой устойчивости планера против кренов. Иногда крыло делают с изломом (при виде спереди). Такое крыло, напоминающее крыло чайки, также способствует увеличению устойчивости в поперечном отношении.

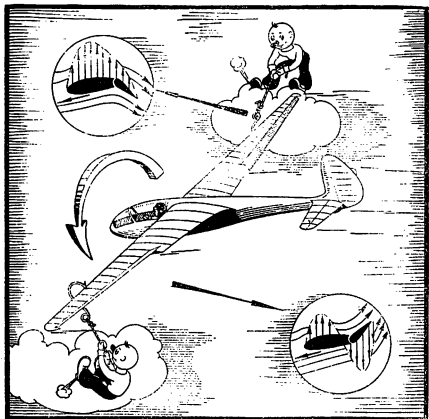


Рис. 48

Рис. 48. Для обеспечения поперечной управляемости крылья планера имеют элероны, которые представляют собой небольшие крылышки, врезанные в контур крыла по его концам сзади и являющиеся продолжением его профиля.

3. ХВОСТОВОЕ ОПЕРЕЕНИЕ ПЛАНЕРА

Рис. 49. Хвостовое оперение планера представляет собою две небольшие крыловидные поверхности, расположенные одна горизонтально, а другая — вертикально. Однако эти поверхности служат не для образования подъемной силы, а для придания устойчивости планеру и для управления планером.

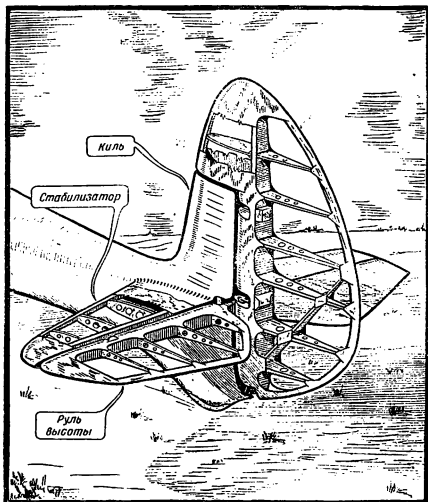


Рис. 49

Горизонтальное оперение состоит из стабилизатора и руля высоты. Стабилизатор является неподвижной частью горизонтального оперения и служит для удержания планера от самопроизвольного изменения угла планирования.

Руль высоты является частью горизонтального оперения. Его можно отклонять на определенный угол вверх и вниз. Отклонение руля высоты изменяет кривизну профиля, увеличивает аэродинамическую силу горизонтального оперения и изменяет направление ее действия. Когда руль высоты отклонен вверх, то увеличенная аэродинамическая сила действует вниз, и, наоборот, когда руль высоты отклонен вниз, аэродинамическая сила действует вверх. На некоторых планерах стабилизатор отсутствует и горизонтальное оперение состоит только из руля высоты, обеспечивая одновременно устойчивость и управляемость планера.

Вертикальное оперение обеспечивает планеру необходимую путевую устойчивость и позволяет изменять направление полета в горизонтальной плоскости. Вертикальное оперение состоит из неподвижного киля и руля поворотов, который можно отклонять вправо и влево.

Рули хвостового оперения связаны с ручным и ножным управлением планера.

Конструкция хвостового оперения, так же как и конструкция крыла, состоит из лонжеронов, нервюр, а также передней и задней кромок. Снаружи хвостовое оперение обшивается фанерой или полотняной обшивкой.

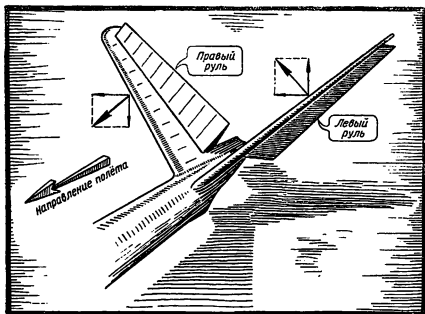


Рис. 50

Рис. 50. Иногда на планерах делают хвостовое оперение типа «Бабочка», которое одновременно работает как в путевом, так и в продольном направлении. При управлении ручкой от себя и на

себя рули оперения типа «Бабочка» отклоняются одновременно вниз или вверх и оперение работает как руль высоты. При отклонении педалей рули отклоняются в разные стороны. Если отклонена правая педаль, то правый руль опускается, а левый поднимается; при отклонении левой педали, наоборот, левый руль опускается, а правый поднимается — оперение работает как руль поворотов.

4. ФЮЗЕЛЯЖ

Рис. 51. Фюзеляж — это корпус планера. Внутри его располагается пилот, оборудование и грузы. Кабина пилота находится в передней части фюзеляжа. Крыло, хвостовое оперение и посадочное приспособление крепят к фюзеляжу. На учебных планерах вместо фюзеляжа часто устанавливают ферму или балку, подкрепленную специальными расчалками. Кабина пилота у таких планеров делается открытой или с легкосъёмным обтекателем. У планера с кабиной пилота открытого типа ваше лицо будет обдувать

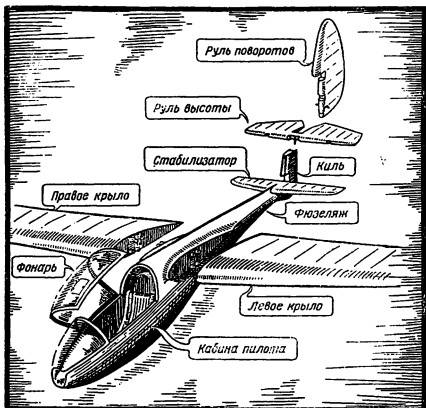


Рис. 51

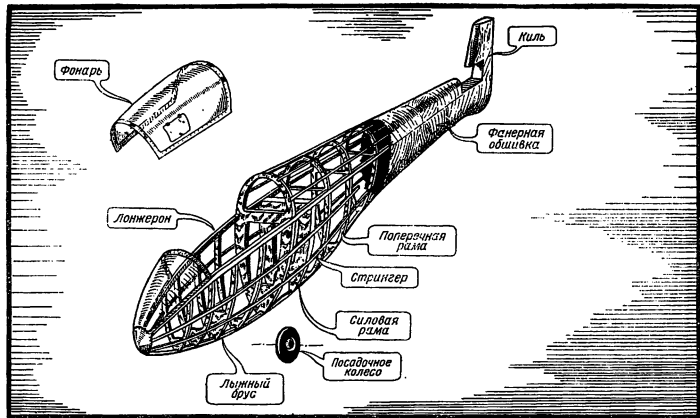


Рис. 52

воздушный поток и вам придется летать с очками. Летать в закрытой кабине с прозрачным фонарем значительно удобнее.

Рис. 52. Конструкция фюзеляжа спортивного планера состоит из ряда поперечных рам — шпангоутов, соединенных между собой продольными стрингерами и лонжеронами. Чтобы придать

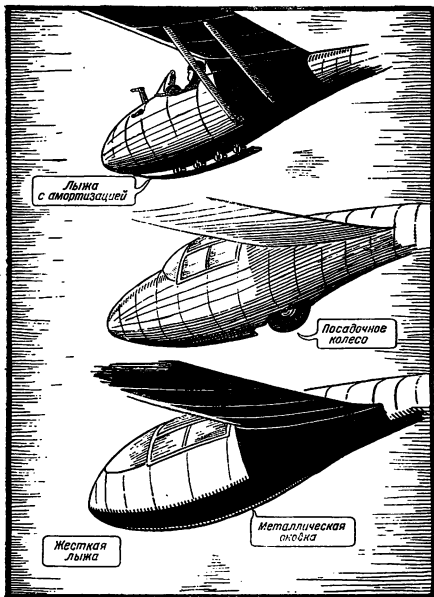


Рис. 53

каркасу фюзеляжа необходимую жесткость, а всему фюзеляжу удобообтекаемую форму, снаружи его обшивают фанерой и оклеивают полотном. Часть шпангоутов делают более прочными, так как к ним присоединяют другие детали: крыло, хвостовое оперение и т. д. Такие шпангоуты называются силовыми.

В кабине фюзеляжа установлено для пилота удобное сидение с привязными ремнями. Все оборудование и органы управления также расположены в кабине.

Крыло, хвостовое оперение и другие детали соединяются с фюзеляжем при помощи металлических узлов крепления. У некоторых планеров сначала соединяют между собой правую и левую половины крыла, а потом собранное крыло прикрепляют к фюзеляжу. Металлические узлы крепления состоят из стальных пластин, установленных при помощи болтов на силовых деревянных деталях. Соединительные болты правой и левой половины крыла делают конусными, чтобы в процессе эксплуатации планера можно было устранять люфты. Конструкция узлов крепления должна обеспечивать простоту сборки и разборки планера.

Рис. 53. Посадочное приспособление планера служит для смягчения ударов на взлете и посадке. В большинстве случаев посадочное приспособление представляет собой лыжу с амортизацией. Лыжа значительно проще и легче колесного шасси. Кроме того наличие лыжи обеспечивает необходимое торможение при пробеге.

Некоторые планеры имеют посадочное колесо для облегчения взлета и транспортировки планера на земле. Торможение при пробеге у этих планеров обеспечивается небольшой лыжей, расположенной в носовой части планера перед посадочным колесом.

Иногда планеры не имеют посадочного приспособления и производят посадку прямо на днище фюзеляжа, как, например, планер А-9, у которого нижняя часть фюзеляжа зашита более толстой фанерой и специальной металлической оковкой. Форма днища у таких планеров напоминает форму тупого клина, который несколько врезается в землю при посадке. При этом грунт посадочной площадки является своеобразным амортизатором, смягчающим удары при приземлении. Сопротивление на разбеге у планера с жесткой лыжей значительно больше, чем у планера с посадочным колесом.

Конструкция планера в целом, а также конструкция каждой его детали находится в полной зависимости от летно-технических и эксплуатационных требований, предъявляемых к данному типу планера. Если для рекордно-спортивного планера в качестве посадочного приспособления достаточно иметь прочное днище фюзеляжа, то для учебного и тренировочного планера, которые должны совершать большое количество посадок при отработке планеристами различных элементов полета, необходимо иметь посадочное колесо. Посадочное колесо значительно упрощает эксплуатацию планера, облегчает транспортировку по планеродрому и намного увеличивает срок его службы.

5. РУЧНОЕ И НОЖНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Рис. 54. Управление планером расположено в пилотской кабине и делится на ручное и ножное. В нейтральном положении ручка управления устанавливается вертикально. Соединение ручки управления с рулями горизонтального оперения осуществляется при помощи тросов и направляющих роликов. Такую систему управления называют мягкой или тросовой. Если же ручка управления соединена с рулями при помощи трубчатых тяг и передаточных качалок, то такая система управления называется жесткой. Кроме того ручка управления соединена с элеронами. Из нейтрального положения ручку управления можно отклонять вперед и назад, или, как иначе говорят, от себя и на себя; а также в правую и левую стороны.

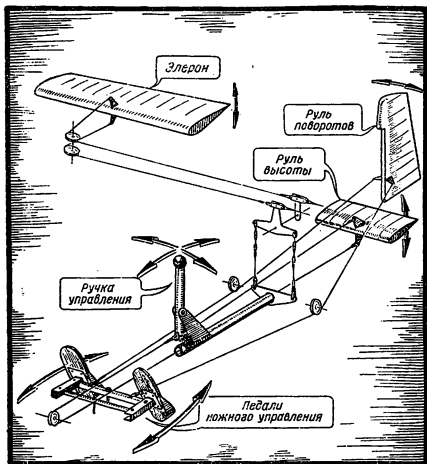


Рис. 54

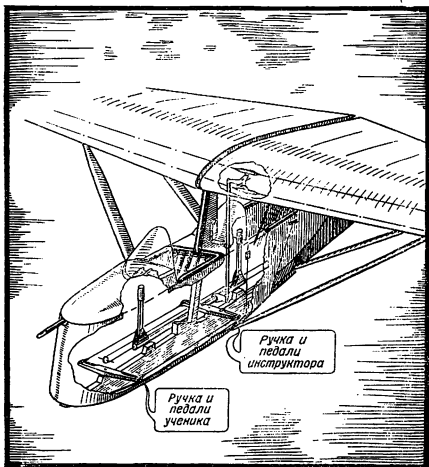


Рис. 55

Когда вы берете ручку на себя, то руль высоты отклоняется вверх, создавая этим отрицательный угол атаки руля высоты. Если же вы отклоняете ручку от себя, то руль высоты отклоняется вниз и угол атаки руля становится положительным. Отклонение ручки управления в стороны отклоняет правый и левый элероны, которые, опускаясь или поднимаясь, изменяют этим кривизну профиля крыла в той части, в которой они расположены. Между собою элероны связаны системой управления, благодаря чему отклонение их на правом и левом крыле происходит одновременно, но в разные стороны: если на правом крыле элерон поднялся, то на левом обязательно опустится. Если вы отклоняете ручку влево, то левый элерон поднимется, а правый опустится. Если вы отклоняете ручку вправо, то, наоборот, правый элерон поднимется, а левый опустится.

На многих планерах элероны отклоняются вверх и вниз на одинаковый угол. Но иногда управление элеронами делают дифференциального типа; оно отличается от обычного неодинаковым отклонением элеронов. Вверх элероны отклоняются на больший угол, а вниз — на меньший. Дифференциальные элероны улучшают поперечную управляемость планера при полетах с минимальной скоростью. В то время, как с обычными элеронами планер свалился бы на крыло, при дифференциальных элеронах он будет еще управляем.

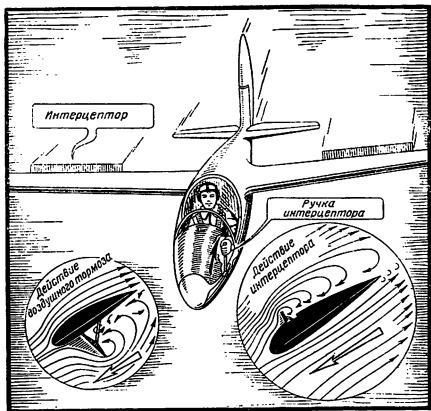


Рис. 56

Педали ножного управления соединены с рулем поворотов вертикального оперения также при помощи тросов или трубчатых тяг. Педали ножного управления двигаются вперед и назад. Когда вы двигаете вперед правую педаль, руль поворотов отклоняется вправо, а когда вы двигаете вперед левую педаль, то и руль поворотов отклоняется в левую сторону.

Рис. 55. Двухместные планеры имеют двойное управление. Это дает возможность одновременно управлять планером ученику и инструктору. Ручки двойного управления соединены между собою

таким образом, что при отклонении одной ручки другая отклоняется в ту же сторону и на такой же угол. Так же соединены и педали ножного управления. Двойное управление значительно облегчает обучение полетам, так как в любой момент допущенная вами ошибка может быть исправлена инструктором.

Рис. 56. Спортивные и тренировочные планеры имеют воздушные тормоза и интерцепторы. Это пластины, выдвигающиеся почти перпендикулярно плоскости крыла; они увеличивают вредное сопротивление и тормозят полет планера. Как правило, воздушные тормоза располагаются на нижней поверхности крыла, а интерцепторы — на верхней; поэтому интерцепторы не только увеличивают сопротивление, но и уменьшают подъемную силу крыла.

Воздушными тормозами и интерцепторами пользуются в тех случаях, когда необходимо быстро снизиться при расчете на посадку. Кроме того воздушными тормозами пользуются для ограничения скорости полета при крутом планировании.

Ручка управления интерцепторами или воздушными тормозами располагается в кабине пилота с левой стороны. Если вы потянете эту ручку на себя и этим самым откроете интерцепторы, то планер увеличит угол планирования и начнет быстрее терять высоту. При посадке с открытыми интерцепторами планер приземляется ближе, чем с закрытыми.

Некоторые планеры-парители имеют в конструкции крыла специальные закрылки, предназначенные для увеличения коэффициента подъемной силы. Однако на планерах закрылками пользуются не так, как на самолетах: не для уменьшения посадочной скорости, которая у планеров и так невелика, а для уменьшения радиуса спирали внутри восходящих потоков воздуха. Поэтому на планерах целесообразно устанавливать закрылки такого типа, которые, увеличивая коэффициент подъемной силы, не создавали бы большого сопротивления. Лучше всего этому требованию отвечают выдвижные закрылки, которые находятся в убранном положении внутри крыла, а когда их выдвигают, то не только увеличивают коэффициент подъемной силы крыла, но и увеличивают его площадь.

Простые закрылки, сделанные наподобие элеронов, целесообразно применять, отклоняя их вниз не более чем на $10-15^\circ$. При больших отклонениях простых закрылков лобовое сопротивление крыла значительно увеличивается и от этого существенно ухудшаются летные данные планера. Применение простых закрылков дает возможность не только уменьшить радиус спирали планера в восходящем потоке, но также несколько уменьшить и скорость снижения планера.

Закрылки щелевого типа имеют тот недостаток, что даже в нейтральном положении щель между крылом и закрылком создает дополнительное сопротивление, уменьшающее максимальное аэродинамическое качество планера.

Наименее пригодны для планеров простые щитки, расположенные в задней части профиля крыла, ввиду слишком большого их

сопротивления. Даже на самолетах такие щитки применяют, как правило, не только для уменьшения посадочной скорости, но и для увеличения крутизны планирования.

6. ОБОРУДОВАНИЕ ПЛАНЕРА

Рис. 57. Спортивные и тренировочные планеры в кабине пилота имеют приборы, которые позволяют контролировать полет и правильно управлять планером.

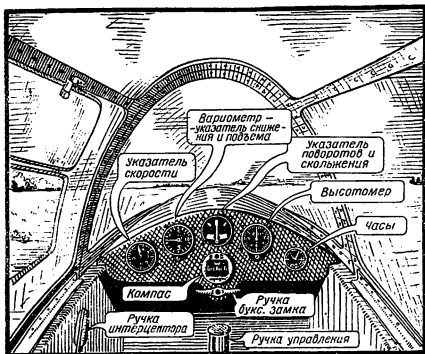


Рис. 57

Все приборы располагаются на приборной доске перед глазами пилота. Указатель скорости показывает поступательную скорость планера относительно воздушной среды (в км/час). Показания прибора не соответствуют путевой скорости относительно земной поверхности. В случае полета против ветра путевая скорость будет меньше воздушной скорости, которую указывает прибор. В сильный ветер вы с огорчением заметите, что почти не продвигаетесь вперед. Зато при планировании по ветру путевая скорость будет больше воздушной и с одной и той же высоты вы сможете улететь значительно дальше.

Рис. 58. Принцип действия указателя воздушной скорости основан на том, что с изменением скорости изменяется и

скоростной напор воздушного потока. Приемник указателя скорости выведен наружу и представляет собой трубку, расположенную параллельно продольной оси планера открытым концом навстречу потоку воздуха.

Через эту трубку воздушный поток давит на специальную гофрированную коробочку прибора, расширяет ее и изменяет положение стрелки указателя скорости. Другая трубка прибора принимает атмосферное давление и действует на коробочку снаружи. Это дает возможность автоматически вносить поправки, связанные с изменением атмосферного давления при изменении высоты полета или условий погоды.

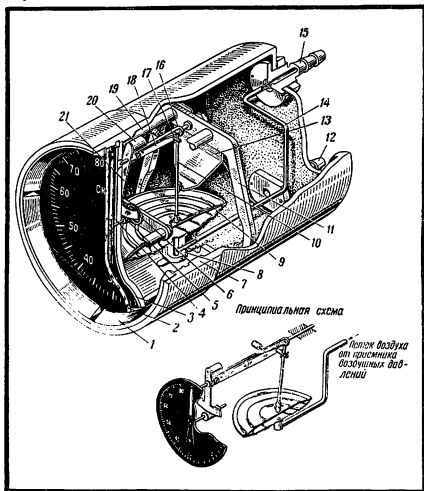


Рис. 58. Указатель воздушной скорости.

1—резьбовое кольцо; 2—стекло; 3—шкала; 4—стрелка; 5—трибка; 6—волосок; 7—корпус; 8—нижний центр; 9—манометрическая коробка; 10—тяга; 11—основание; 12—статический штуцер; 13—упор; 14—трубопровод; 15—динамический штуцер; 16—ось; 17—поводок; 18—биметаллическая компенсация; 19—стойка; 20—груз; 21—сектор.

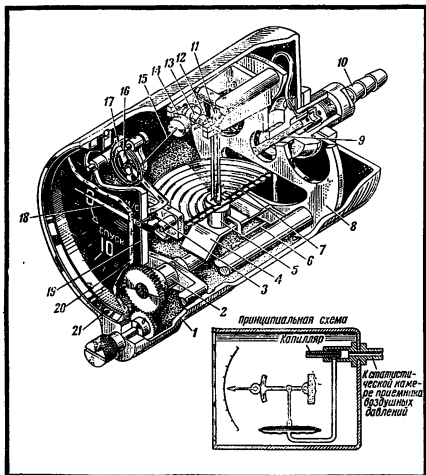


Рис. 59. Вариометр.

1—корпус; 2—юстировочный болт; 3—трибка; 4—пружинящая пластинка; 5—основание коробки; 6—трубопровод; 7—мембранная коробка; 8—основание прибора; 9—капилляр; 10—штуцер приемника воздушного давления; 11—поводок; 12—тяга; 13—валик; 14—груз; 15—поводок; 16—сектор; 17—волосок; 18—стрелка; 19—шкала; 20—стекло; 21—резьбовое кольцо.

Рис. 59. Указатель вертикальной скорости — вариометр показывает (в метрах в секунду), как интенсивно планер набирает или теряет высоту. Действие этого прибора основано на принципе запаздывания в уравнивании атмосферного давления снаружи и внутри прибора. При изменении высоты полета планера изменяется и атмосферное давление. С подъемом на высоту давление становится все меньше и меньше, а при снижении — все больше и больше. Внутри прибора также изменяется атмосферное давление, однако, происходит это с запаздыванием, так как отверстие, со-

единяющее внутреннюю полость прибора с атмосферой, очень маленькое. Внутри прибора расположена гофрированная мембранная коробочка, соединенная трубкой с наружным воздухом. Получающаяся разность между давлением внутри и снаружи прибора сжимает или сжимает гофрированную коробочку, которая при помощи показанной на рисунке системы передачи двигает стрелку указателя подъема и снижения. Разность между давлениями снаружи и внутри мембранной коробочки пропорциональна скорости подъема или снижения планера. Эту скорость и показывает стрелка на шкале вариометра.

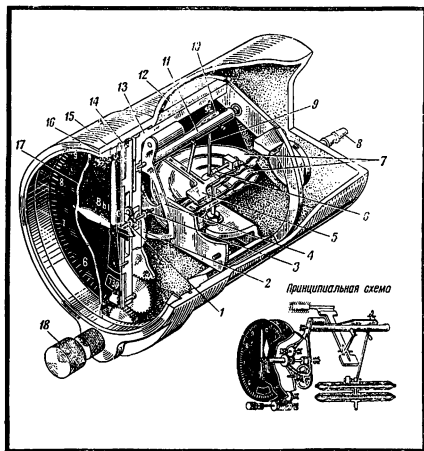


Рис. 60. Двухстрелочный высотомер.

1—ось; 2—большое зубчатое колесо; 3—малое зубчатое колесо; 4—сектор; 5—пружинный противовес; 6—температурная компенсация; 7—мембранная коробка; 8—штуцер; 9—указатель; 10—температурная компенсация второго рода; 11—ось; 12—рамка; 13—основание; 14—шкала барометрического давления; 15—корпус; 16—резьбовое кольцо; 17—стекло; 18—регулирующий винт.

Рис. 60. Высота полета определяется высотомером, показывающим высоту полета относительно уровня того планеродрома,

с которого вы взлетели. Высотомер устроен подобно барометру. Действие его основано на принципе измерения давления воздуха, окружающего планер, при изменении высоты полета.

Однако прибор показывает не давление, а высоту, которая соответствует этому давлению. Даже на земле в различную погоду

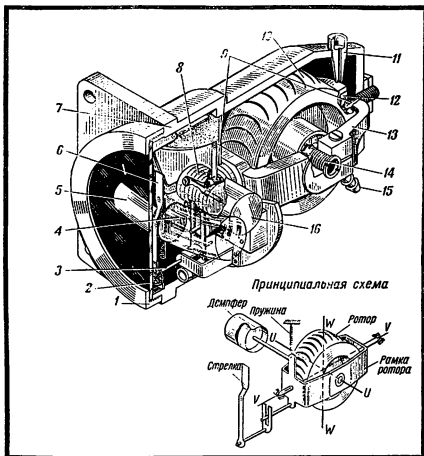


Рис. 61. Указатель поворота и скольжения.

1—резбовое кольцо; 2—стекло; 3—ось стрелки; 4—шарик; 5—стеклянная трубка; 6—стрелка; 7—корпус; 8—поршень демпфера; 9—регулирующие винты; 10—ротор; 11—сопло; 12—шарикоподшипник; 13—рамка ротора; 14—центральный винт; 15—штуцер; 16—цилиндр демпфера.

стрелка изменяет свое положение и может показывать определенную высоту, хотя вы еще и не думали взлететь. Происходит это потому, что при изменениях погоды изменяется и атмосферное давление. Поэтому перед полетом всегда необходимо проверить показание высотомера и поставить стрелку на 0. Если местность, над которой вы пролетаете, расположена ниже вашего планеро-

дрома, то истинная высота будет больше той, которую показывает высотомер. При посадке на другом планеродроме необходимо знать его превышение или понижение относительно точки взлета.

Рис. 61. Указатель поворота и скольжения помогает вам определять прямолинейность полета и правильность разворотов планера. Стрелка указателя поворотов показывает, куда разворачивается планер. Если стрелка отклонилась влево, то это значит, что и планер разворачивается влево.

Шарик указателя скольжения показывает не повороты планера, а только скольжение его в ту или другую сторону. Если планер находится в развороте и шарик находится не в центре, то говорят, что планер скользит на крыло. Когда во время разворота шарик отклоняется от центра в сторону опущенного крыла, то это значит, что у планера внутреннее скольжение, а когда в сторону поднятого крыла,— внешнее скольжение, или занос хвоста.

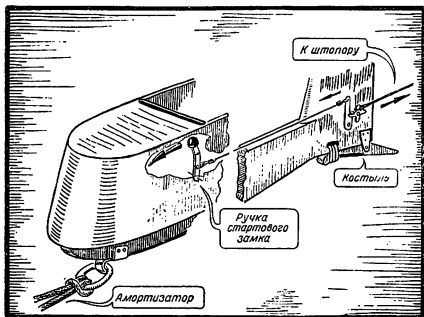


Рис. 62

Магнитный компас поможет вам ориентироваться в местности, над которой вы пролетаете. Он показывает направление вашего полета относительно стран света.

Рис. 62. Для запуска планера в воздух при помощи амортизатора в носовой части фюзеляжа устанавливается запускной крюк. Стартовый замок располагается в хвостовой части фюзеляжа и служит для удержания планера на месте при растягивании амортизатора. В тот момент когда амортизатор полностью

натянут, достаточно нажать на ручку стартового замка, находящуюся у вас в кабине, и планер, под действием силы растянутого амортизатора начнет двигаться.

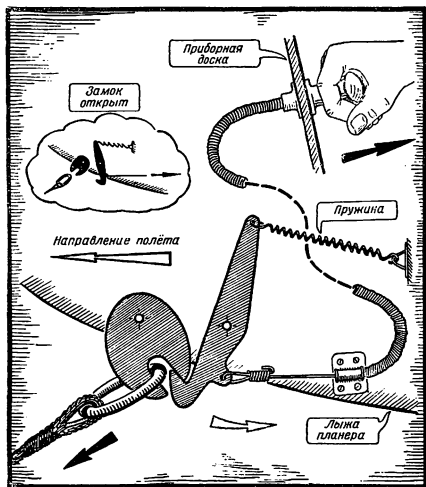


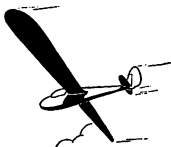
Рис. 63

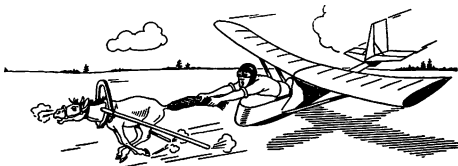
Рис. 63. Планеры, которые поднимаются на высоту с помощью автолебедки или самолета-буксировщика, имеют специальные буксировочные замки. Буксировочный замок располагается в передней части планера. Ручка замка находится в кабине пилота по левому борту или на приборной доске. В любой момент, потянув за ручку буксировочного замка, вы можете отцепиться от самолета. Однако этого не следует делать на слишком малой высоте и очень далеко от посадочной площадки, если на это не вынуждают вас серьезные обстоятельства.

Для ночных полетов планер оборудуют аэронавигационным освещением (АНО), которое состоит из зеленого огня на конце правого крыла, красного огня на конце левого крыла и белого огня на хвосте планера. В кабине планера приборная доска также освещается специальными лампочками. Питание электрооборудования осуществляется аккумулятором или сухими батарейками от карманного фонаря.

Для связи с землей или другими планерами, находящимися в полете, в кабине пилота устанавливают специальные приемопередающие радиостанции планерного или самолетного типа.

Кроме того на планеры, которые предназначают для полетов в кучевых облаках вне видимости земли, устанавливают дополнительное оборудование, обеспечивающее возможность выполнения слепого полета.





Глава третья

ЗАПУСК ПЛАНЕРОВ

Планер не может сам подняться в воздух, поэтому для его запуска необходимы специальные средства или приспособления, создающие тягу. Наиболее простым средством для запуска планера в воздух является амортизатор. Он представляет собой длинный резиновый шнур, собранный из тонких резинок. Снаружи амортизатор оплетен нитками для предохранения его от повреждений. Длина применяемого для запуска планеров амортизатора равна 60—70 м, а толщина 16—18 мм. Металлическое кольцо прикрепляется в середине сложенного пополам амортизатора. С помощью этого кольца амортизатор соединяется с планером.

При запуске планера амортизатор растягивают в два конца. При запуске планера в один конец амортизатора металлическое кольцо прикрепляется к одному из его концов. Для лучшего использования силы амортизатора при растягивании к его концам привязывают веревки длиной 8—10 м.

Рис. 64. Для взлета с помощью амортизатора планер устанавливают на склоне горы или на ровном месте строго против ветра.

Позади планера или под ним, на расстоянии 1—2 м от стартового замка, в землю вворачивают штопор или вбивают металлический стержень. Штопор удерживает планер на месте перед взлетом, во время растягивания амортизатора. К штопору планер присоединяется небольшим тросом длиной 1,5—2,0 м и толщиной 2,5—3 мм. Одним концом трос прочно прикреплен к штопору. На противоположном конце трос имеет кольцо, которое соединяется со стартовым замком.

Когда планер готов к полету, кольцо амортизатора надевают на запускной крюк. Шесть или восемь человек распределяются поровну у каждого конца амортизатора и берутся за него обеими руками. Растягивание амортизатора начинают по команде инструктора.

Когда амортизатор натянут, планеристу остается только нажать на ручку старта, находящуюся в кабине. Стартовый замок откроется и освобожденный планер полетит за сокращающимся амортизатором.

Как только амортизатор ослабнет, он сам соскочит с запускного крюка и планер начнет свободно планировать. Ни одному из команды растягивающих нельзя отпускать растянутый конец амортизатора, потому что остальные не удержатся, упадут и выпустят конец, который с силой ударится о кабину планера и может причинить немало неприятностей.

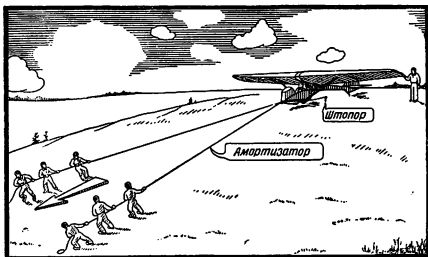


Рис. 64

Если взлет по какой-либо причине задержан, необходимо по команде инструктора всем вместе постепенно ослабить натяжку, медленно двигаясь назад.

Когда планер взлетел — также полезно быть внимательным; планер может слишком низко пролететь над растягивавшими амортизатор людьми и зацепить кого-нибудь.

Перед полетами необходимо внимательно осматривать амортизатор, чтобы убедиться в его исправности. Поврежденный амортизатор при растягивании рвется и достаточно наказывает за невнимательность.

1. МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ЗАПУСК ПЛАНЕРОВ

Запускать планер в воздух можно и непосредственной буксировкой при помощи мотоцикла или автомобиля. Так раньше и поступали. Если планеродром имел достаточные размеры и поверхность его была ровная, то планер буксировали без каких-либо приспособлений. Брали трос длиной 300—400 м, одним концом прикрепляли к мотоциклу или к автомобилю, а противоположным — к запускному крюку планера. Планер устанавливали на границе площадки строго против ветра, а буксировщик — впереди его на всю длину троса в том же направлении и начинали буксировку.

Однако теперь в практике планерной подготовки такой вид буксировки не применяют, потому что при этом значительная часть мощности затрачивается на движение самого мотоцикла или автомобиля, а на буксировку планера остается незначительная часть мощности, которой недостаточно, чтобы поднять планер на большую высоту. Да и размеры планеродрома очень часто не так велики и его поверхность недостаточно ровная, чтобы на мотоцикле или автомобиле ехать с большой скоростью. Кроме того, ветер не всегда дует в нужную сторону, а с этим также приходится считаться. Поэтому для запуска планеров в воздух, как правило, применяют мотоциклетные и автомобильные лебедки.

Рис. 65. Запуск планера в воздух при помощи лебедки не требует движения самого источника механической энергии. В этом случае буксировочный трос с помощью двигателя (например, автомобильного) наматывается на специальный барабан и тянет за собою планер, сообщая ему необходимую для полета скорость.

Механизированный запуск планеров в равнинной местности позволяет во много раз увеличить высоту полета по сравнению с запуском при помощи амортизатора. При благоприятных метеорологических условиях это дает возможность выполнять после отцепки от троса не только планирующие полеты, но и, в отдельных случаях, переходить в парящий полет с использованием восходящих потоков воздуха.

В качестве источников энергии механизированного запуска планера в воздух могут применяться и другие машины: двигатель трактора, электромотор или другой какой-либо специальный агрегат. Однако независимо от применяемого типа двигателя принцип запуска остается одним и тем же. Разница заключается лишь в способах передачи мощности на барабан лебедки. Проще всего приспособить для механизированного запуска планеров колесные тракторы СТЗ или ХТЗ, так как у двигателей этих тракторов имеется специальный шкив, с помощью которого через трансмиссию приводят в действие различные сельскохозяйственные машины. Для запуска планеров могут быть использованы и тракторы всех других типов, если эти машины оборудованы передаточным валом и шкивом.

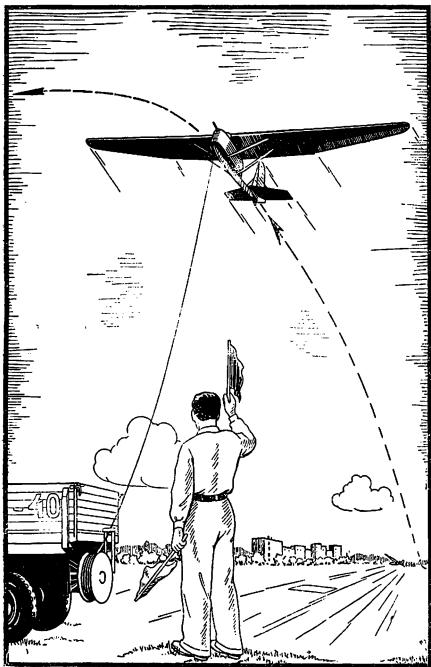


Рис. 65

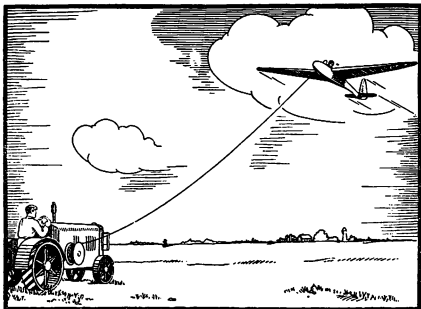


Рис. 66

Рис. 66. Запуск планера при помощи трактора прост и достаточно экономичен. Оборудование трактора для буксировки планера весьма несложно и не мешает его использованию на основных работах в сельском хозяйстве. На шкив трактора устанавливают барабан, на который при запуске планера будет наматываться буксировочный трос. Барабан имеет специальный ручной тормоз. Для определения скорости выбирания троса с левой стороны трактора на передаточном валу устанавливают счетчик оборотов. Ограничители, направляющие трос и удерживающие его от соскакивания с барабана, устанавливают в передней части трактора на той стороне, где расположен шкив.

Электролебедка применяется в тех случаях, когда вблизи планидрома имеется электросиловая линия. Электролебедка может быть стационарного и передвижного типа. Во втором случае электролебедка устанавливается на специальной передвижной тележке. В качестве двигателя электролебедки применяются асинхронные и синхронные электромоторы мощностью в 30—35 квт.

При асинхронном моторе барабан, на который наматывается трос, устанавливают непосредственно на валу мотора и регулирование оборотов барабана производят с помощью реостата. В этом случае барабан должен иметь небольшой диаметр рабочей части с таким расчетом, чтобы в процессе наматывания троса диаметр его постепенно увеличивался.

При синхронном электромоторе, имеющем постоянную скорость вращения, соединение вала мотора с барабаном лебедки должно

производится с помощью специального сцепления, обеспечивающего плавное увеличение скорости выбирания троса.

Все лебедки механизированного запуска планеров предварительно должны быть оттарированы по скорости выбирания троса. Тарировка мотоциклетной и автомобильной лебедок производится по показаниям спидометра. Тарировка других видов лебедок производится при помощи счетчика оборотов. Целью тарировки является определение скорости выбирания троса в соответствии с показаниями спидометра или счетчика оборотов.

Для определения скорости выбирания троса отмеривают по его длине стометровый участок и отмечают это расстояние крепко привязанными к тросу флажками. На конце троса прикрепляют небольшой груз, чтобы создать определенное натяжение и предотвратить его запутывание. После этого запускают лебедку и секундомером измеряют время прохождения отмеченного флажками стометрового отрезка двигающегося троса относительно какой-либо точки на земле. Измерение скорости производится при различных скоростях по спидометру или оборотам двигателя по счетчику оборотов. В момент прохода первого флажка на тросе мимо отметки секундомер включают, а в момент прохода второго флажка — выключают. Разделив длину отмеренного стометрового участка на время его прохождения в секундах, определяют скорость выбирания троса в метрах в секунду. Полученную скорость умножают на 3,6 и получают скорость в километрах в час.

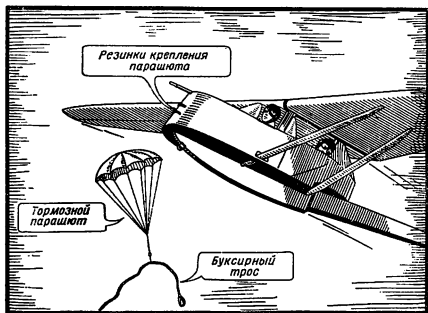


Рис. 67

После этого составляют таблицу, в которой при определенных значениях скорости по спидометру или оборотов двигателя по счетчику оборотов записывают соответствующие значения скорости выбирания троса на барабан. С помощью этой таблицы определяют необходимую скорость в различных условиях полетов.

Для механизированного запуска планера применяется буксировочный трос диаметром 2—3 мм, длиной 1000—1200 м. Один конец троса закрепляют на барабане лебедки, а другой прицепляют к буксировочному замку или одевают на запускной крюк планера.

Рис. 67. Чтобы после отцепки планера падающий с большой высоты трос не запутывался, к нему прикрепляют небольшой парашютик. Сложенный парашютик укрепляется в носовой части планера специальными резинками, которые удерживают его от преждевременного раскрытия. К тросу парашютик крепится концами строп на расстоянии одного метра от кольца. Крепление парашютика к планеру должно быть достаточно надежным, чтобы при подъеме не допустить преждевременного его раскрытия от встречного потока воздуха.

Нормальное раскрытие парашютика происходит после отцепки планера от буксировочного троса.

Так как в момент отцепки трос закрыт носом планера и из кабины планера не виден, то раскрытие парашютика поможет вам убедиться в том, что буксирный замок открыт и трос сброшен.

После отцепки от буксировочного троса планер начинает свободный полет. Запуск планеров с помощью механизированной лебедки позволяет выполнять учебные полеты над планеродромом с построением прямоугольного маршрута. Такие полеты на двухместном планере дают возможность отрабатывать технику пилотирования в полетах по кругу (как на самолете) и обучаться расчету на посадку и посадке. Высота запуска одноместного планера может быть достаточна для выполнения парящего полета над равнинной местностью в восходящих потоках воздуха.

При механизированном запуске планеров большая ответственность ложится на водителя механизированной лебедки. Дело в том, что угол подъема планера на высоту, а также и наибольшая высота при определенной длине троса, в большой степени зависит от того, как будет использована мощность двигателя механизированной лебедки.

Слабая дача газа в первой половине набора высоты ведет к тому, что угол подъема будет недостаточным. Излишняя дача газа двигателю механизированной лебедки в этот период ведет к тому, что угол подъема получится слишком большим, а это затруднит пилотирование планера.

Недостаточная дача газа в конце набора высоты просто приводит планериста к необходимости раньше отделять планер от троса. Излишняя дача газа в конце набора высоты может привести к превышению допустимой скорости.

2. ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗИРОВАННОГО ЗАПУСКА ПЛАНЕРОВ

Набор высоты на планере за счет тяги, создаваемой находящимся на земле механическим двигателем, относится к неустановившемуся виду полета.

Дело заключается в том, что в результате подъема планера на высоту направление силы тяги постоянно изменяется, так как угол троса к горизонту по мере набора высоты все время увеличивается.

В связи с этим обстоятельством линия взлета планера представляет собой отрезок кривой с постепенно уменьшающимся радиусом; центром кривой является двигатель механического запуска.

Сила тяги троса действует на планер дополнительно к двум другим уже известным нам силам. Однако эта сила действует не по направлению движения, а под определенным углом вниз. Конечно, было бы лучше, если бы она действовала только вперед по направлению движения, но для этого необходимо вместе с планером поднимать и двигатель, создающий тягу.

Перед взлетом трос лежит на земле. На выдерживании — после взлета, когда планер находится в стадии разгона и двигается на небольшой высоте, — трос располагается почти параллельно линии горизонта и тянет планер вперед. Но как только планер начнет набирать высоту и подниматься над землей, угол наклона троса к горизонту все время будет увеличиваться.

Рис. 68. Набор высоты при помощи механизированной лебедки никогда не производится с постоянным углом подъема.

При буксировке планера движущимся мотоциклом (или автомобилем), когда длина троса не изменяется, набор высоты производится по окружности, центром которой будет движущийся мотоцикл, а радиусом — трос.

В том случае, когда буксирующий агрегат стоит на месте, а длина троса уменьшается, угол подъема в процессе набора высоты все время уменьшается.

Когда буксировка производится непосредственно двигающимся мотоциклом или автомобилем, то планер на определенной высоте может находиться в установившемся режиме полета.

В сильный ветер, когда скорость ветра равна скорости полета планера, возможен установившийся режим «висения» с закрепленным на земле тросом. В этом случае планер является своеобразным воздушным змеем.

Но чтобы поднять планер с земли, необходима достаточная скорость ветра (примерно 15—18 м в сек). Поэтому в этих случаях вначале планер взлетает за счет мощности лебедки, но после набора определенной высоты, на которой скорость ветра становится достаточной, барабан постепенно затормаживают.

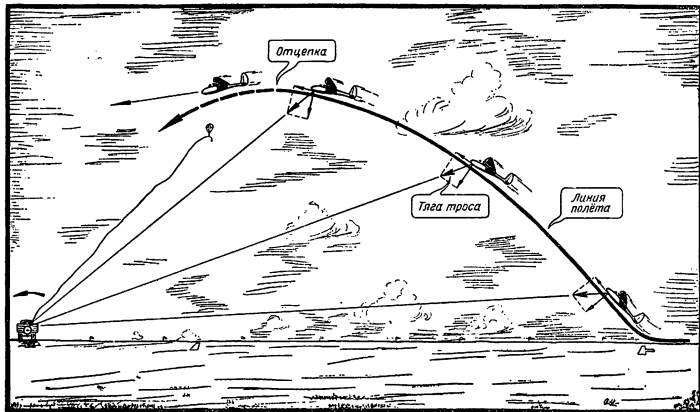


Рис. 68

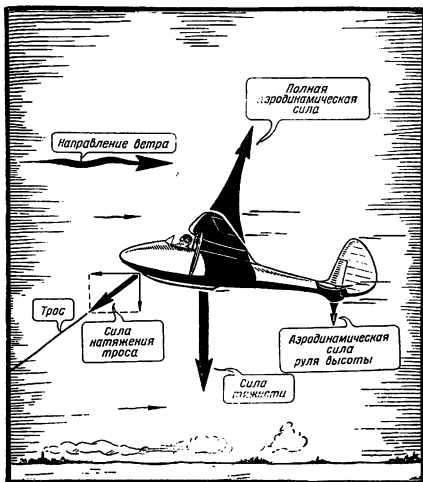


Рис. 69

Рис. 69. На режиме висения сила лобового сопротивления планера уравнивается частью тормозящей силы закрепленного на земле троса, а подъемная сила крыла, уравнивает силу тяжести и другую часть силы троса, направленную вертикально вниз. Установившемуся положению планера соответствует определенный угол наклона троса к линии горизонта. Увеличение высоты в таком полете возможно за счет медленного прибавления длины троса.

Наибольшая высота привязного полета при определенной длине троса будет соответствовать такому углу атаки крыла, при котором потребная тяга для горизонтального полета минимальна. Это объясняется тем, что в случае минимально потребной тяги горизон-

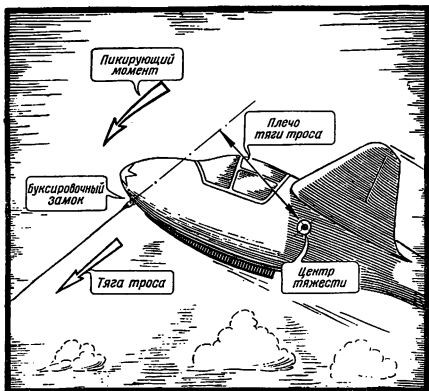


Рис. 70

талная проекция силы троса также будет наименьшей и позволит увеличить угол троса.

Рис. 70. Буксировочный замок планера обычно располагается в носовой части. Поэтому сила троса действует на определенном плече от центра тяжести и не только создает тягу вперед, но и старается опустить нос планера. Пикирующий момент от троса оказывает вредное влияние на полет. Чем ближе к носу планера установлен буксировочный замок, тем больше будет пикирующий момент, который уравнивается, если отклонить ручку управления на себя и создать дополнительную аэродинамическую силу на горизонтальном оперении, противодействующую стремлению планера излишне опустить нос. Появление дополнительной аэродинамической силы ухудшает летные данные планера и при определенной длине троса и мощности двигателя набор высоты окажется меньшим.

Может случиться даже так, что пикирующий момент окажется слишком большим и отклонения руля высоты на себя для удержания планера окажется недостаточным. Тогда планер самостоя-

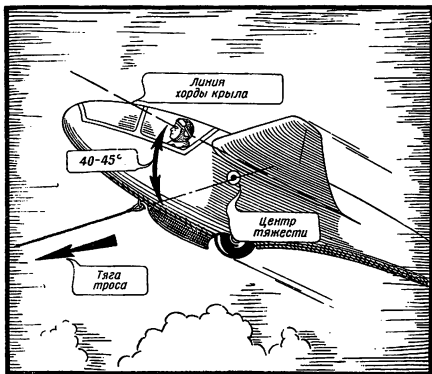


Рис. 71

тельно уменьшит угол атаки и будет лететь по другой траектории, значительно медленнее набирая высоту.

Расположение буксировочного замка ближе к центру тяжести планера уменьшает пикирующий момент при наборе высоты и способствует повышению скороподъемности.

Рис. 71. Наилучшее положение буксировочного замка будет в том случае, когда линия троса проходит через центр тяжести планера под углом $40-45^\circ$ к хорде крыла. В этом случае пикирующий момент от тяги троса будет появляться только при излишнем увеличении угла подъема и поможет сохранению наимыгоднейшего режима. На слишком малом угле подъема при таком расположении замка будет возникать кабрирующий момент, стремящийся увеличить угол набора высоты до наимыгоднейшего. Когда буксирный замок расположен правильно, то полет во время набора высоты при механическом запуске практически не отличается от других видов полета на буксире.

Были проведены специальные летные исследования по механическому запуску планера с различным положением буксировочного замка (обычное и перестановка на 850 мм назад). Планеристы летали на одноместном и двухместном планерах.

При взлетах на одноместном планере с обычным расположением замка набор высоты не превышал 290—300 м. Средняя скорость подъема равнялась 7—8 м в секунду. При взлетах на двухместном планере набор высоты уменьшился на 40—50 м, а средняя скороподъемность также уменьшилась на один метр в секунду.

После перестановки буксирного замка назад на 850 мм при тех же условиях запуска одноместный планер увеличил набор высоты до 360—380 м. Скорость подъема увеличилась до 9—10 м в секунду. При полетах с пассажиром набор высоты увеличился до 290—300 м. Таким образом, благодаря перестановке буксировочного замка набор высоты одноместным планером увеличился на 60—80 м и скорость набора увеличилась на 2 м в секунду. Двухместный планер поднимался на 40—50 м выше и скороподъемность его увеличилась на один метр в секунду.

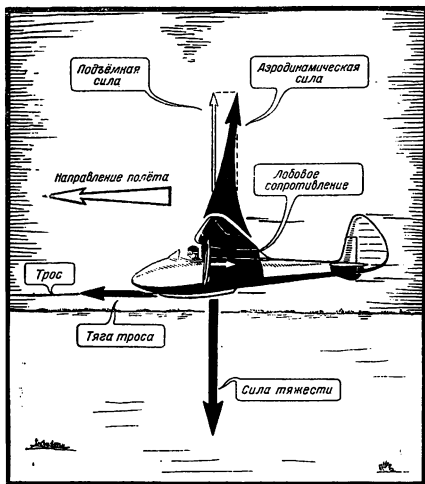


Рис. 72

Техника пилотирования планера при наборе высоты с замком, расположенным ближе к центру тяжести, стала проще. С обычным расположением замка в процессе набора высоты ручку управления приходилось держать на себя, преодолевая постепенно увеличивающееся давление на руку во второй половине подъема. После отцепки от троса для перехода на планирование ручку управления необходимо было значительно отклонять от себя.

При новом расположении буксирного замка нагрузка на ручку управления уменьшилась и отклонять ее далеко от нейтрального положения оказалось ненужным. Если буксировочный замок установить слишком далеко назад, то при наборе высоты будут появляться кабрирующие моменты, которые еще больше, чем пикирующие моменты, оказывают вредное влияние на набор высоты и могут привести к сваливанию на крыло.

Наиболее характерными положениями планера при наборе высоты с помощью механической лебедки, мотоцикла или автомобиля являются начало и конец подъема. Все другие положения находятся между этими крайними положениями и по своему характеру в большей или меньшей степени приближаются к одному из них.

Запуск планера при помощи лебедки производится так: буксировочный трос наматывается на вращающийся барабан механизированной лебедки с определенной скоростью и создает тягу; планер, прицепленный к тросу, также начинает двигаться и при достижении определенной поступательной скорости взлетает.

Рис. 72. После взлета планер выдерживают на высоте одного метра над землей для разгона до необходимой скорости. Когда планер находится на выдерживании, на него действуют три силы:

1. Сила тяжести планера, направленная вниз.

2. Сила троса — в направлении движения.

3. Аэродинамическая сила, которая разложена нами на две составляющие — подъемную силу и силу лобового сопротивления.

Вес планера уравнивается подъемной силой, а сила лобового сопротивления уравнивается силой тяги от троса. По мере увеличения оборотов барабана лебедки сила тяги увеличивается, а это обеспечивает разгон планера до необходимой скорости.

Рис. 73. После выдерживания планер может набирать высоту.

В этом случае на планер действуют те же самые три силы. Вес планера остался прежним и направление его действия не изменилось. Тяга троса при постоянных оборотах двигателя также остается постоянной. Направление тяги троса в начале подъема также можно считать не изменившимся. Изменилось направление движения планера: планер стал двигаться вверх с определенным углом подъема.

В связи с этим изменилось направление действия сил относительно линии полета планера.

Сила веса в этом случае тянет планер не только вниз, но и назад. Поэтому, разлагая вес планера на составляющие части, мы видим, что одна часть веса действует перпендикулярно на-

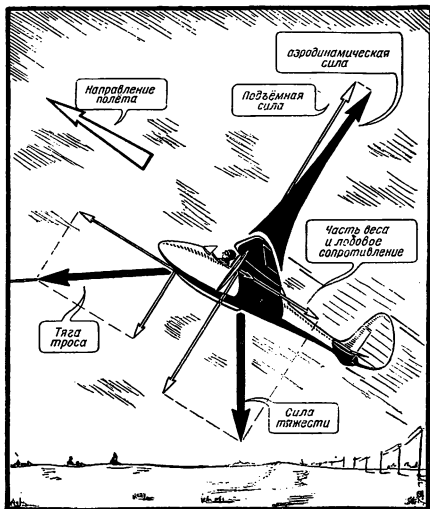


Рис. 73

правлению движения, а другая часть действует вместе с лобовым сопротивлением.

Тяга троса теперь уже действует не вперед по направлению движения, а под каким-то углом вниз относительно движения. Поэтому силу тяги мы должны также разложить на две составляющие: одну, которая действует по направлению движения и противодействует силе лобового сопротивления и части веса, и другую, действующую перпендикулярно направлению движения. Эта часть силы вместе с другой частью веса должна уравновешиваться подъемной силой.

Если угол подъема взят слишком большой, то скорость полета уменьшится и планер может свалиться на крыло. Если же угол набора оказался слишком малым, то это приведет к увеличению скорости полета. Планер при этом станет перегонять трос, который ослабнет и тяга не будет использована полностью. Поэтому в начале подъема для каждого планера при определенной скорости вывешивания троса существует один наивыгоднейший угол подъема. Этот угол зависит от скорости вывешивания троса и скорости встречного ветра, которая прибавляется к скорости троса. При одинаковой скорости троса угол подъема зависит от скорости планера, которую показывает прибор. Ограничение угла подъема определяется наименьшей безопасной скоростью полета. Увеличение скорости полета ведет к уменьшению угла подъема и в том случае, когда скорость по прибору увеличится до суммы скоростей сматывания троса и встречного ветра; при этом планер уже не сможет набирать высоту и будет лететь по горизонту.

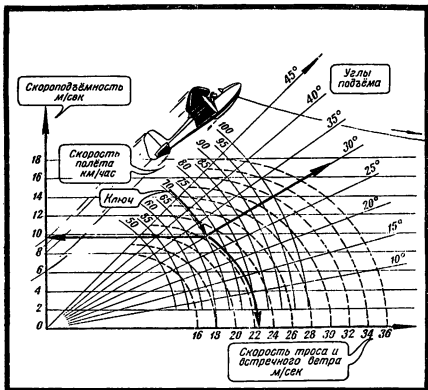


Рис. 74

Рис. 74. Определение наибольшего угла подъема в первой стадии набора высоты можно производить по этому графику в зави-

симости от скорости сматывания троса (при безветрии) или суммарной скорости троса и встречного ветра.

Если известна скорость полета по прибору, которая определяется летными данными планера и условиями методики обучения, то, зная силу ветра и скорость сматывания троса, наибольший угол набора определяют, находя на графике точку пересечения сплошной кривой скорости планера с пунктирной кривой скорости в направлении тяги троса. Например, при скорости по прибору равной 70 км/час и суммарной скорости по направлению тяги троса равной 26 м в сек, наибольший угол подъема получается равным 42°. При скорости полета равной 65 км/час угол набора будет более 45°. Если скорость полета увеличить до 80 км/час, то угол набора уменьшится до 32° при той же скорости сматывания троса.

В тех случаях, когда заданы угол подъема и скорость полета, по этому же графику можно определить необходимую скорость сматывания троса в зависимости от силы встречного ветра. Например, при выдерживании скорости полета равной 70 км в час по прибору для получения угла набора до 30° суммарная скорость по направлению тяги троса должна быть равной 22 м в сек. Из полученной величины необходимо вычесть скорость ветра и получится необходимая скорость сматывания троса.

По этому же графику с достаточной для практики точностью можно находить необходимые величины скоростей и углов подъема в любых положениях траектории набора высоты. Во всех случаях угол подъема будет равен углу, определенному по графику, минус угол наклона буксировочного троса.

Для набора высоты скорость сматывания троса вместе со скоростью ветра всегда должна быть больше скорости полета планера. При ветре потребная скорость сматывания троса уменьшается. В том случае, когда скорость ветра окажется равной скорости планера или больше, можно набирать высоту при самой малой скорости сматывания троса или вообще с заторможенным барабаном.

Легкий планер с меньшей скоростью полета при одинаковой скорости троса и силе ветра будет набирать высоту с большим углом подъема, чем планер тяжелый.

У планеров с одинаковым весом больший угол подъема будет у того, который обладает большим аэродинамическим качеством и меньшей скоростью снижения. Однако при углах подъема более 20° влияние аэродинамического качества становится несущественным. По мере набора высоты необходимо, чтобы угол подъема постепенно уменьшался соответственно увеличению наклона троса к линии горизонта.

Таким образом, в процессе набора высоты не угол подъема, а угол, расположенный между направлением полета и направлением действия тяги троса, должен сохраняться постоянным. В этом случае скорость сматывания троса, так же как и скорость планера, остается постоянной.

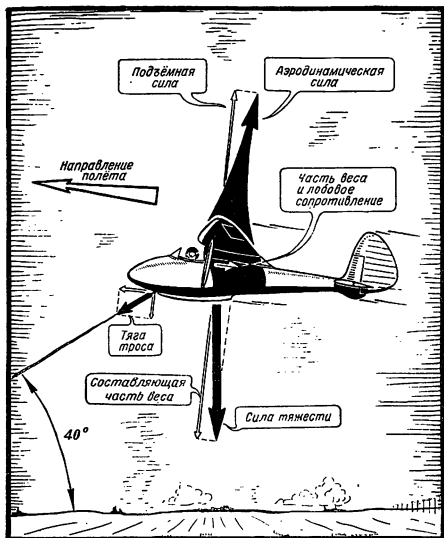


Рис. 75

Посмотрим, что происходит в конечной стадии набора высоты.

Рис. 75. В данном случае угол подъема значительно уменьшился, а угол между направлением движения и тросом сохранился. Составляющая часть тяги троса, действующая вперед по направлению движения, уменьшилась по величине (если водитель автолебедки сохранил скорость сматывания троса). Часть силы веса, действующая против движения, ввиду уменьшения угла подъема также уменьшилась. Другая составляющая часть веса, действующая перпендикулярно движению, по этой же причине увеличилась.

Скорость полета планера не изменится, так как для сохранения постоянной скорости сматывания троса водителю лебедки придется значительно уменьшать мощность двигателя, а от этого тяга троса при одинаковой его скорости станет меньше. В связи с этим нагрузка на крыло остается такой же, как и в начале набора высоты.

Перед самой отцепкой, когда планер переходит на планирование, тяга троса почти отсутствует, так как планер начинает уже двигаться за счет своей силы тяжести.

Рассмотрев крайние случаи, можно проследить всю картину набора высоты. При постоянной скорости выбирания троса набор высоты производится так. В начале набора угол подъема и скорость подъема при определенных условиях веса планера и скорости полета, а также скорости сматывания троса, будут наибольшими. Наибольшая вертикальная скорость подъема будет при экономическом угле атаки, при котором потребная тяга наименьшая.

По мере увеличения угла наклона троса к линии горизонта угол подъема постепенно уменьшается до нуля, и если своевременно не отцепить трос от планера, то этот угол может принять отрицательное значение и планер перейдет в пикирование. Угол, заключенный между направлением действия троса и направлением движения, в процессе набора высоты остается неизменным и обеспечивает необходимую величину тяги по направлению движения. Подъемная сила крыла в начале набора высоты уравнивает часть тяги троса, действующую перпендикулярно движению, и часть веса планера. Эта часть веса, действующая перпендикулярно направлению движения, увеличивается по мере уменьшения угла подъема.

Углы атаки крыла при механизированном запуске планера не имеют обычной связи со скоростью полета. Происходит это потому, что тяга троса действует не только вперед по направлению полета планера, но и вниз, дополнительно нагружая планер и делая его как бы более тяжелым. В связи с этим подъемная сила крыла должна уравнивать не только часть веса планера, но и часть тяги троса. Поэтому в начале набора высоты потребуется или некоторое увеличение угла атаки относительно угла атаки при планировании с такой же скоростью, или — увеличение скорости при таком же угле атаки.

В процессе набора высоты, благодаря постепенному уменьшению угла подъема, потребная тяга и мощность двигателя при сохранении одинаковой скорости сматывания троса также уменьшаются. В самом начале набора высоты, когда угол подъема наибольший, мощность, снимаемая с двигателя механизированной лебедки, должна быть самой большой. Если же максимальная мощность двигателя меньше, чем необходимая для получения нужной скорости сматывания троса, то угол подъема будет также меньше, чем заданный.

С увеличением высоты над землей и уменьшением угла подъема потребная мощность, при сохранении одинаковой скорости сматывания

вания троса, уменьшается. Поэтому в первой половине подъема необходима большая мощность двигателя, чем во второй. Но при этом скорость по спидометру мотоцикла (автомобиля), а соответственно и скорость сматывания троса, должна сохраняться постоянной.

Таким образом, если водителю механизированной лебедки известна скорость полета планера и скорость встречного ветра, а угол подъема задан, то, определив по графику необходимую скорость сматывания троса с учетом ее уменьшения от действия встречного ветра, ему остается только внимательно выдерживать необходимую скорость по спидометру в течение всего периода подъема. Для этого вначале придется давать полный газ, а по мере набора планером высоты постепенно уменьшать газ и полностью его убрать, когда угол подъема окажется наименьшим.

Предельная высота подъема планера зависит от угла наклона троса к линии горизонта и его длины в момент отцепления планера. Но угол наклона троса в конце подъема не может быть больше, чем угол подъема планера вначале, когда трос расположен почти горизонтально. Поэтому можно считать, что наибольшая

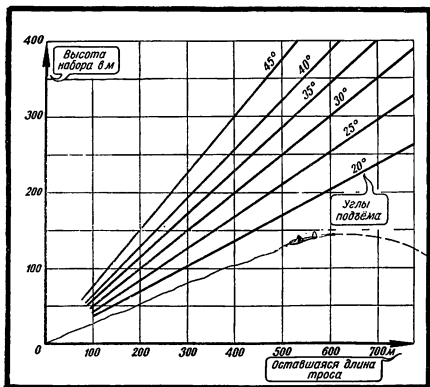


Рис. 76

высота подъема планера зависит от угла подъема в начале набора высоты и оставшейся длины троса в конце набора высоты.

Если известна длина части троса, наматываемой на барабан в течение всего подъема, то оставшуюся его длину можно определить путем вычитания известной части из полной длины буксировочного троса.

Рис. 76. На графике показана зависимость предельного набора высоты от угла подъема и оставшейся длины троса при механизированном запуске планеров. На этом графике вверх отложена максимальная высота, а вправо — оставшаяся длина троса.

Если, например, полная длина троса в момент перевода планера на подъем равна 1200 м, а намотано на барабан 500 м, то оставшаяся длина будет равна 700 м. При угле подъема, в начале набора высоты равном 30° , максимальная высота будет 350 м.

В зависимости от силы встречного ветра предельная высота подъема может изменяться, так как увеличение скорости ветра при одинаковых скорости полета и угле подъема уменьшает потребную скорость сматывания троса и оставшаяся длина троса окажется большей. При отсутствии ветра высота подъема будет наименьшей.

Уменьшение скорости полета (по показаниям прибора) увеличивает высоту подъема, а увеличение скорости — уменьшает, так как при определенном угле подъема уменьшение скорости полета влечет за собой уменьшение потребной скорости сматывания троса.

Поэтому, чтобы подняться на предельную высоту, необходимо увеличить длину буксировочного троса, увеличить угол подъема и уменьшить скорость полета (по показаниям прибора). Однако увеличение длины троса ограничивается его весом и условиями эксплуатации. Увеличение угла подъема свыше $40\text{--}45^\circ$ ограничивается мощностью двигателя лебедки, весом планера и условиями безопасности полетов. Уменьшение скорости полета ограничивается летными данными планера и не может быть меньше экономической.

Рис. 77. Тяга, необходимая для подъема планера при механизированном запуске, зависит от полетного веса планера, угла подъема и (незначительно) от аэродинамического качества планера.

На этом графике значения, соответствующие потребной тяге, откладывают вверх, а полетный вес планеров — вправо по горизонтали. Самые нижние, почти горизонтальные линии показывают потребную тягу для горизонтального полета планеров в зависимости от их веса и аэродинамического качества. Верхние линии показывают потребную тягу при углах подъема в 20° и 30° .

Если, например, полетный вес планера равен 350 кг, а его аэродинамическое качество не менее 15, то для получения угла подъема в 30° потребная тяга троса должна быть не менее 230 кг. Потребная мощность двигателя с достаточной для практики точностью определяется путем умножения потребной тяги на скорость сматывания троса. Если полученную величину разделить на число 75, то вы потребную мощность выразите в лошадиных силах.

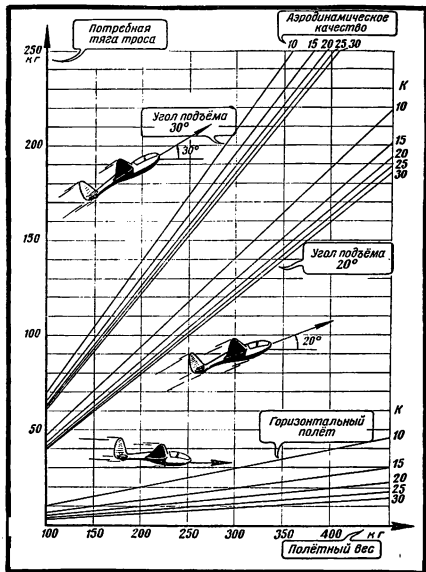


Рис. 77

Более точные расчеты требуют учета веса и сопротивления троса, а также других факторов, влияющих на механизированный запуск планеров. Но в связи с тем, что полеты обычно производятся при ветре, влияние которого можно учесть только приблизительно, а также потому, что наличие ветра значительно уменьшает требуемую скорость сматывания троса и соответственно

потребную мощность, то точность указанного выше расчета для практики вполне достаточна. Насколько ветер снижает необходимую для полета мощность, показывает следующий пример. Если при отсутствии ветра потребная мощность равна 50 л. с., то при ветре в 8 м/сек она уменьшается примерно до 32 л. с.

3. МОТОЦИКЛЕТНАЯ ЛЕБЕДКА

Рис. 78. Наиболее доступным, простым и удобным средством запуска планеров является мотоциклетная лебедка. Мотоцикл обычно используется не только для запуска и подъема планера на определенную высоту, но и для транспортировки его по земле к месту старта. Благодаря мотолебедке планеристы освобождаются от тяжелого физического труда, который был необходим при полетах с амортизатора. При наличии мотоцикла полеты на планере могут обслуживаться группой планеристов, состоящей всего из 3—4 человек, в то время как при запуске с амортизатора обслуживание полетов производит группа в 8—10 человек.

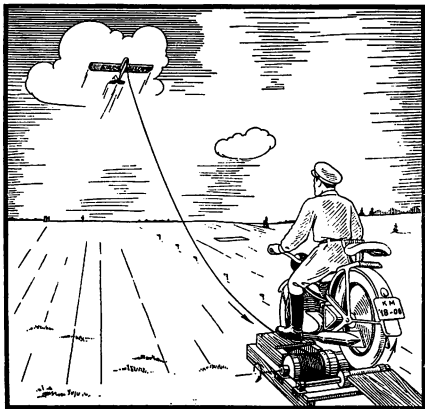


Рис. 78

Первоначальное обучение на одноместном планере требует последовательного и постепенного перехода от пробежек по земле к небольшим подлетам, в результате которых планерист приобретает первоначальные навыки в управлении планером. Пробежки и подлеты, выполняемые при запуске с амортизатора, очень кратковременны и не дают возможности достаточно подготовить планериста к полетам. Но первоначальный период обучения является одним из наиболее ответственных. Поэтому при запуске с амортизатора наибольшее количество поломок и других неприятностей происходило именно в период перехода от пробежек к подлетам.

Совсем другое дело при запуске планера мотолебедкой: пробежки могут проводиться значительно большей продолжительности, а длина пробежек может достигать 200—300 м без риска, что планер неожиданно взлетит в воздух, так как с места планер трогается плавно и без рывка, а сама пробежка выполняется с постоянной скоростью. Все это оказывает благоприятное влияние на успеваемость учеников и увеличивает безопасность обучения.

При запусках планера с помощью мотолебедки переход от пробежек к подлетам и от подлетов к полетам осуществляется постепенно. Инструктор, управляющий мотоциклом, имеет возможность регулировать тягу троса в процессе всего подлета; при запуске амортизатором такая возможность была очень ограничена.

Идея применения мотоцикла для запуска планеров осуществлена замечательными новаторами планерной техники и опытнейшими методистами обучения на планерах А. О. Дабаховым и В. Заярным. В настоящее время конструкция их мотоциклетной лебедки хорошо зарекомендовала себя в эксплуатации и применяется почти всеми планерными клубами нашей страны.

Для мотостарта могут успешно применяться мотоциклы различных марок без каких-либо дополнительных переделок, мощностью 12—20 л. с.

Рис. 79. Мотолебедка представляет собою деревянную раму, на которой укреплены два свободно вращающихся валика. На переднем валике укреплен барабан для наматывания троса. Задний валик служит второй опорой для заднего колеса мотоцикла.

В усовершенствованной лебедке задний валик используется для доставки планера на старт с места посадки. В этом случае задний валик также имеет барабан, на который наматывается трос, применяемый для буксировки планера по земле. В передней части рамы лебедки устанавливается специальная колодка, которую можно перемещать вперед или назад на необходимое расстояние и закреплять замком и упорами в каждом положении. Колодка служит для закрепления мотоцикла в процессе запуска планера и возможности перемещения его вперед или назад на определенное расстояние. Кроме того, колодка дает возможность устанавливать заднее колесо мотоцикла то на переднем, то на заднем валике. В том случае, когда заднее колесо установлено на переднем валике, наматывается трос, запускающий планер в воздух. Если же заднее колесо мотоцикла установлено на задний валик, то нама-

тывается трос обратной доставки планера с места посадки. При обратной доставке планера мотолебедка одновременно разматывает трос с барабана переднего валика и доставляет конец троса вместе с планером.

Для улучшения охлаждения двигателя мотоцикла, который охлаждается недостаточно, так как работает на одном месте, на усовершенствованной мотолебедке устанавливается центробежный вентилятор, работающий от ременного привода заднего валика. Кроме того, на усовершенствованной мотолебедке установлен ручной механизм, направляющий трос на барабан переднего валика при запуске планера напрямую.

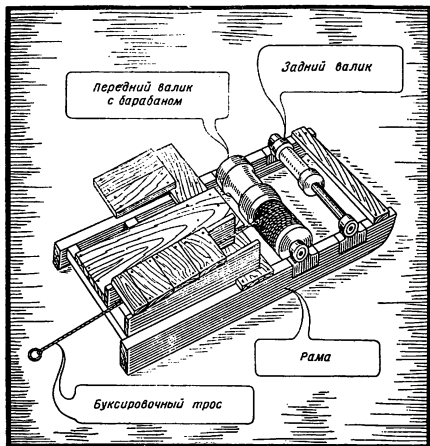


Рис. 79

В комплект мотолебедки входит и специальный роликовый блок, служащий для изменения направления буксировочного троса на 180° . Блок дает возможность устанавливать агрегат мотолебедки и подготовленный к взлету планер в одном месте, в то время как

при полетах напрямую мотолебедка и планер устанавливаются друг против друга на противоположных сторонах планеродрома.

Мотоциклетная лебедка работает следующим образом. Перед запуском планера мотоцикл устанавливают на мотолебедку: заднее колесо ставят на передний валик, а переднее укрепляют в колодке, установленной и закрепленной в переднем положении. После запуска двигателя мотоцикла выжимают сцепление и включают вторую скорость. Затем, с одновременным увеличением оборотов двигателя плавно включают сцепление, и заднее колесо начинает вращать барабан переднего валика. Барабан наматывает на себя буксировочный трос, который тянет за собой планер и сообщает ему необходимую для взлета скорость. Для обратной доставки планера заднее колесо мотоцикла (с выключенным двигателем) нужно установить на заднем валике лебедки, а переднее колесо закрепить в колодке, передвинутой до заднего упора. Планер соединяют с тросом доставки и, запустив мотоцикл, возвращают к месту старта. Буксирный трос также прикрепляется к планеру и, натягиваясь при возвращении планера, разматывается с освобожденного переднего валика барабана.

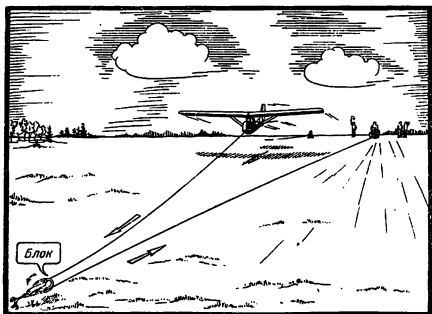


Рис. 80

Рис. 80. При обучении пробежкам и подлетам планер буксируют через блок. Для этого впереди планера по направлению взлета на расстоянии 300 м (половина длины троса) в землю вворачивают специальный штопор или вбивают металлический стержень, к ко-

торому прикрепляют блок с роликом. Мотоциклетную лебедку устанавливают слева от планера. Буксирный трос одним концом закрепляют на барабане переднего валика, пропускают через ролик блока и другим концом (при помощи стандартного кольца) соединяют с запусчным крюком планера.

Если необходимо совершать полеты на высоту более 10—15 м, планер буксируют на прямую, устанавливая его против ветра на одной стороне планеродрома, а мотоциклетную лебедку — на противоположной. Расстояние от планера до мотолебедки определяется полной длиной троса и обычно не превышает 600 м.

Когда буксировка планера производится через блок, то планер летит по направлению от мотолебедки. Когда же буксировка производится напрямую, то планер летит в сторону мотолебедки. В обоих случаях планер отцепляют от буксировочного троса путем прекращения тяги мотолебедки при достижении планером необходимой высоты согласно выполняемым упражнениям.

Доставка планера к месту старта при полетах через блок производится мотолебедкой указанным выше способом. При полетах напрямую доставка планера к месту старта производится мотоциклом, который съезжает с лебедки и буксирует планер при помощи короткого троса длиной 3—4 м.

Применение мотоциклетной лебедки значительно улучшило методику первоначального обучения планеристов на одноместных планерах, резко сократило число аварий и значительно повысило качество летной подготовки.

В настоящее время мотоциклетная лебедка является одним из основных средств запуска планеров, применяемых в планерных кружках, клубах и станциях.

Ввиду сравнительно небольшой мощности мотоциклов с помощью мотолебедок запускают только легкие одноместные планеры.

Для запуска более тяжелых планеров с целью выполнения парящих полетов, а также двухместных планеров при первоначальном обучении полетам вывозным методом, применяют автомобильный старт.

4. АВТОМОБИЛЬНАЯ ЛЕБЕДКА

Запуск планера при помощи автомобиля может производиться различными способами. Однако принцип действия всех автомобильных лебедок один и тот же. Во всех случаях двигатель автомобиля вращает специально смонтированный барабан, на который наматывается буксировочный трос. Барабан соединяют с двигателем автомобиля с помощью коробки скоростей и муфты сцепления. Такой принцип действия упрощает автолебедку и делает ее широкодоступной.

Рис. 81. Один из способов заключается в том, что барабан для наматывания троса укрепляют на одном колесе заднего моста шасси автомобиля, полуось которого поднимают и устанавливают на козлочки. Другое колесо оставляют на земле и укрепляют специальными колодками для предотвращения сдвига. Благодаря дифференциальному соединению полуосей заднего моста поднятое колесо может вращаться при работающем двигателе с удвоенной скоростью так же, как и на скользкой дороге одно из колес вращается при пробуксовке. Это дает возможность получить достаточную скорость наматывания троса на второй передаче коробки скоростей автомобиля.

Другой способ запуска планера при помощи автомобиля заключается в том, что задние колеса устанавливают на специальную автолебедку, которая по устройству похожа на мотоциклетную.

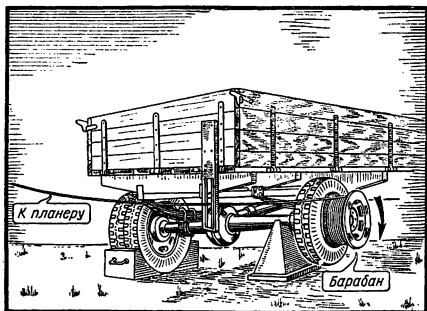


Рис. 81

Автолебедка представляет собою раму, на которой установлены два свободно вращающихся горизонтальных вала. Передний и задний валы расположены друг от друга на таком расстоянии, что задние колеса автомобиля прочно опираются на них и, вращаясь, при работающем двигателе, вращают оба вала. Буксирный трос прикрепляют к барабану заднего вала.

Преимущество такого способа запуска планера заключается в том, что здесь нет необходимости переделывать или специально

готовить автомобиль, который перед полетами просто въезжает на автолебедку задними колесами и сразу же может буксировать планер.

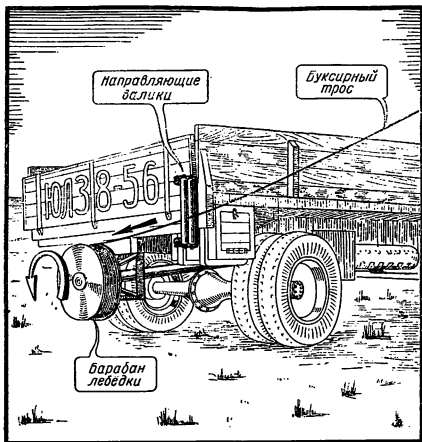


Рис. 82

Рис. 82. Однако в практике лучше всего зарекомендовала себя автомобильная лебедка конструкции П. Д. Назарова. Барабан этой лебедки непосредственно соединен с карданным валом автомобиля и вся мощность двигателя используется для запуска планера.

Автолебедку монтируют на автомобиле ГАЗ-51. Она состоит из барабана с тормозным устройством, рамы, приводного вала, направляющих валиков и механического зубила для немедленной рубки троса в необходимых случаях. Барабан предназначен для наматывания буксирующего троса. Диаметр его рабочей части — 450 мм, ширина — 140 мм. Полный диаметр барабана по ребордам — 600 мм. Рабочую часть барабана собирают из дерева мяг-

кой породы (из липы). Реборды барабана представляют собой две фанерные стенки толщиной 10 мм. Втулка барабана сделана из втулки винта самолета ПО-2. Рама автолебедки является корпусом вала барабана. Барабан с валом устанавливается под кузовом в задней части автомобиля ГАЗ-51. Рама сваривается из углового железа размером 40×40 мм и стальных труб, диаметром 35 мм. В центре рамы на двух шарикоподшипниках устанавливается вал барабана. Шарикоподшипники могут быть взяты со старого двигателя типа М-11. Вал барабана изготавливается из носка коленчатого вала старого двигателя типа М-11.

Тормозное устройство установлено на барабане и служит для его торможения и погашения инерционных сил при разматывании троса. Оно сделано таким образом, что при прекращении разматывания троса вращение барабана замедляется. В рабочем положении барабана, когда трос наматывается, тормоз выключен и включение его происходит только при разматывании.

Приводной вал служит для соединения карданного вала автомобиля с валом барабана. Приводной вал изготавливается из стальной трубы размером 50×45 мм. Ось шасси от самолета ПО-2 может быть с успехом использована для изготовления приводного вала. В связи с тем, что общая длина последовательно соединенных валов — карданного, приводного и вала барабана — получается довольно большой, то для правильного расположения всей системы и обеспечения ее жесткости приводной вал имеет распорное приспособление. Соединение приводного вала с распорным приспособлением, представляющим собой поперечную трубу, производится при помощи двух шарикоподшипников, установленных посередине трубы. К силовой раме шасси автомобиля распорное приспособление крепится по правой и левой стороне с помощью болтов.

Автолебедка монтируется на автомобиль заблаговременно. Рама с барабаном устанавливается позади автомобиля, а приводной вал с распорным приспособлением располагается над дифференциалом заднего моста шасси.

Лебедка, установленная на автомобиле, не мешает его работе и автомобиль может использоваться для других целей.

После того, как автомобиль установлен на старте, карданный вал отсоединяют от дифференциальной передачи заднего моста шасси, поднимают вверх и соединяют с приводным валом автолебедки. Теперь автолебедка готова к запуску планера.

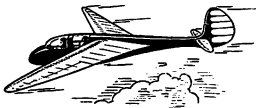
При работающем двигателе вращение передается на барабан лебедки с помощью карданного и приводного валов, которые соединены последовательно. Направляющие валики служат для ограничения положения троса при наматывании его на барабан и предотвращения соскакивания. Два вертикальных валика удерживают трос от смещения в стороны, а два горизонтальных удерживают его от излишнего смещения вверх или вниз. Направляющие валики прикреплены к металлической раме, которая устанавливается на задний борт кузова автомобиля с правой стороны.

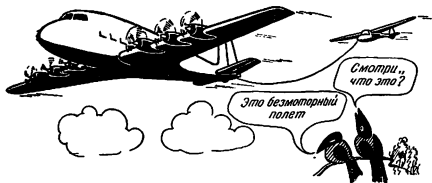
Около направляющих валиков имеется механическое зубило, предназначенное для рубки буксировочного троса в случае аварии, когда необходимо очень быстро прекратить сматывание троса. Механическое зубило действует за счет силы растянутого амортизатора, который удерживается в растянутом состоянии специальным замком. В том случае, когда необходимо разрубить трос, открывают замок, зубило ударяет по тросу и рубит его.

Когда двигатель автомобиля не работает и рычаг переключения коробки скоростей находится в нейтральном положении, барабан лебедки свободно вращается, а буксирный трос можно разматывать и вытягивать в необходимом направлении. Когда же двигатель запущен, включены скорость и сцепление, карданный вал начинает вращать приводной вал и барабан. В этом случае буксировочный трос будет наматываться на барабан и потянет за собой планер.

Для полетов с помощью автолебедки на летном поле выкладывают старт. Автомобиль с автолебедкой устанавливают поперек линии взлета впереди планера на расстоянии полной длины троса (примерно 1000—1200 м). Правый борт кузова автомобиля обращен к планеру и водитель через правое окно кабины имеет возможность наблюдать за поведением планера при буксировке. Размотанный с барабана трос укладывается на земле по прямой линии к планеру. Планер устанавливают на противоположной стороне планеродрома строго против ветра и свободный конец буксировочного троса присоединяют к буксировочному замку планера.

В связи с тем, что планер и автолебедка находятся на большом расстоянии друг от друга, связь между планеристами, находящимися у планера и у автомобиля, осуществляется при помощи специальной сигнализации флажками или при помощи полевого телефона.





Глава четвертая

БУКСИРОВКА ПЛАНЕРА САМОЛЕТОМ

Буксировка планера самолетом открывает широкие возможности для набора большой начальной высоты, достигающей уже не 300—400 м, как при механическом старте, а нескольких тысяч метров. На буксире за самолетом можно перебрасывать планер также из одного района в другой и возвращать на свой аэродром с места посадки после парящего полета на дальность или по заданному маршруту. Кроме того, на специальных планерах при помощи буксировки за самолетом можно транспортировать большое количество грузов. Особенно это относится к крупногабаритным грузам, которые не могут быть помещены в самолет.

Буксировку планера на дальнее расстояние впервые в мире провели советские планеристы. В 1932 году летчик В. А. Степанченко и летчик-конструктор В. К. Грибовский совершили перелет на воздушном поезде, состоящем из самолета У-2 и одноместного планера Г-9. Маршрут расстоянием в 1700 км они пролетели за 16 час. 30 мин. Вылетев из Москвы, летчики пролетели через города Тамбов, Ростов, Ейск, Керчь и закончили перелет в Коктебеле на горе имени Клементьева.

Через год куйбышевский планерист Н. С. Юдин на таком же планере Г-9 за самолетом У-2 пролетел 3600 км. На двухместном планере Ш-5 конструкции Б. Н. Шереметева планерист Д. А. Кошиц и летчик Н. Федосеев, пилотировавший самолет-буксировщик, выполнили большой перелет по европейской части нашей страны на расстояние 5200 км.

В 1934 г. планеристы Никодим Симонов, С. Н. Анохин и И. И. Шелест совершили перелет на воздушном поезде из трех планеров на буксире за самолетом, который пилотировал летчик

Н. Федосеев. Расстояние от Москвы до г. Феодосии, равное 1270 км, воздушный поезд пролетел за 8 час. 40 мин.

В 1935 г. на всесоюзные соревнования планеристов прибыло уже 30 воздушных поездов. В том же году был совершен полет воздушного поезда в составе пяти планеров, буксируемых одним самолетом.

В 1936 г. за одним самолетом уже буксировали семь планеров.

Рис. 83. В 1939 и 1940 гг. советские планеристы продемонстрировали высокое мастерство буксирного полета на празднике Дня Воздушного Флота, впервые в мире осуществив буксировку девяти и одиннадцати планеров за одним самолетом.

Полет планера на буксире производится при помощи металлического троса или достаточно крепкой веревки длиной от 20 до 100 м. У самолета буксировочный трос крепится специальным замком, который располагается под фюзеляжем или в его хвостовой части. В полете буксировочный замок может открыть летчик самолета или специальный наблюдатель, следящий из кабины за полетом планера на буксире. К планеру трос крепится в носовой части фюзеляжа при помощи буксирного замка, который, в случае необходимости, также в любой момент может быть открыт планеристом. Для сматывания буксировочного троса после отцепки планера на самолете устанавливается специальная лебедка, которая при помощи механизма наматывает трос на барабан.

1. ВЗЛЕТ ВОЗДУШНОГО ПОЕЗДА

Перед буксировочным полетом планер устанавливается на взлетной полосе против ветра. После того, как планерист сел в кабину и подготовился к полету, самолет-буксировщик подруливает и устанавливается впереди планера на расстоянии длины троса с таким расчетом, чтобы продольные оси самолета и планера совпадали с направлением взлета и были бы на одной линии. Буксировочный трос разматывают с лебедки и прикрепляют к планеру. После этого планерист, сопровождающий планер, поднимает правое крыло и поддерживает его, чтобы оно не касалось о землю.

По готовности экипажа планера и разрешения на взлет начинается полет воздушного поезда. На разбеге сопровождающий по мере возможности поддерживает крыло до момента приобретения планером достаточной управляемости. Однако он не должен задерживать крыло или излишне его толкать. Держаться за крыло нужно свободно и легко, а как только бежать станет трудно, необходимо сразу же выпустить его.

Рис. 84. В начале разбега воздушного поезда набор скорости происходит медленно. Планер, находящийся еще на земле, создает значительное сопротивление, в особенности если планер не имеет взлетного колеса и разбег производится на лыже. Но отрыв планера от земли происходит гораздо раньше, чем отрыв самолета

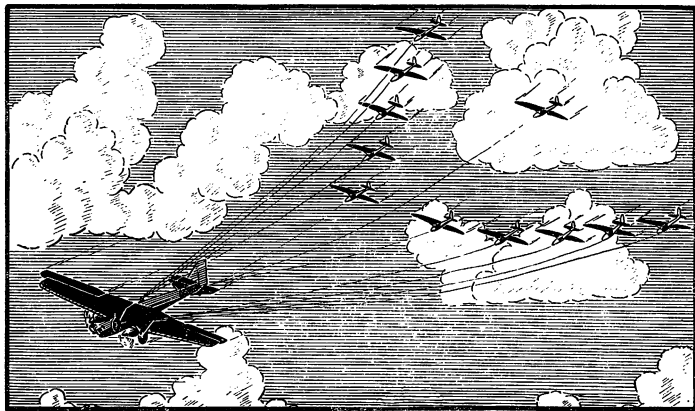


Рис. 83

ввиду того, что планеры имеют значительно меньшую удельную нагрузку на крыло, чем самолеты. После отрыва планера от земли разгон самолета происходит значительно быстрее.

Взлет на самолете с планером на буксире отличается от свободного взлета тем, что при буксировке длина разбега самолета увеличивается и скорость набирается медленнее. При буксировке планера переход самолета на подъем должен производиться так,

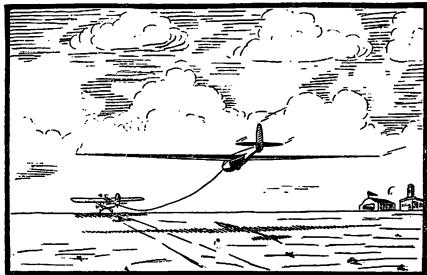


Рис. 84

чтобы планерист успел заметить это и вслед за самолетом также перевести планер на подъем. Взлет воздушного поезда является неустановившимся режимом полета, в течение которого происходит разгон воздушного поезда до необходимой для набора высоты скорости.

2. ПОДЪЕМ ВОЗДУШНОГО ПОЕЗДА

Набор высоты воздушного поезда начинается с того момента, когда самолет-буксировщик и вслед за ним планер перешли на подъем с определенной скоростью и углом подъема.

Равномерный подъем воздушного поезда относится к установившимся режимам полета. Если в процессе подъема мощность двигателя самолета не изменяется и выдерживается постоянная скорость, то все силы, действующие на самолет и планер, будут взаимно уравновешены.

Рис. 85. Рассматривая эти силы, вы видите, что сила тяги двигателя самолета должна иметь достаточную величину для того,

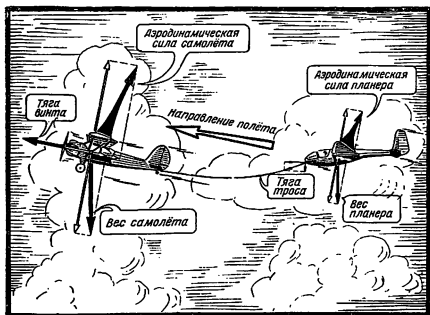


Рис. 85

чтобы уравновесить не только лобовое сопротивление самолета и планера, но и составляющие части веса самолета и планера. Происходит это потому, что сила тяжести самолета и планера, при движении под определенным углом вверх, тянет не только вниз, но частично и против направления движения. Поэтому необходимым условием для подъема воздушного поезда является наличие у двигателя достаточного запаса мощности.

Если угол подъема увеличить, то потребная тяга также увеличится, а так как обороты двигателя на самолете не изменились, то равновесие сил нарушится и скорость воздушного поезда уменьшится. Если же установить угол подъема меньше, чем тот, при котором было получено равновесие сил, то это приведет к увеличению скорости полета, которая будет увеличиваться до тех пор, пока снова не наступит равновесие сил.

Скороподъемность воздушного поезда несколько меньше, чем у одного самолета, и зависит от полетного веса планера и его аэродинамического качества на скорости буксировки.

Как правило, буксировка планеров производится на значительно большей скорости, чем экономическая скорость планера, так как у большинства самолетов-буксировщиков скорость при наборе высоты превышает экономическую скорость спортивных планеров. Поэтому у более скоростного самолета один и тот же планер отнимает больше мощности двигателя, чем у тихоходного.

3. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПОЛЕТ ВОЗДУШНОГО ПОЕЗДА

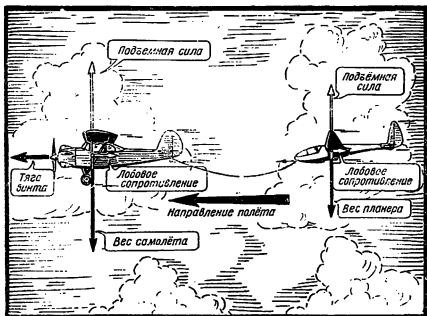


Рис. 86

Рис. 86. После набора достаточной высоты воздушный поезд переходит в режим горизонтального полета, который при условии сохранения постоянной скорости является также установившимся режимом полета. В горизонтальном полете на планер действуют известные уже вам три силы: сила веса планера, сила тяги троса и аэродинамическая сила. На самолет-буксировщик действуют такие же силы. Тяга, развиваемая двигателем самолета, уравнивает не только лобовое сопротивление самого самолета, но еще и лобовое сопротивление планера. Таким образом, горизонтальный полет воздушного поезда производится с затратой несколько большей мощности, чем полет одного самолета без планера.

В горизонтальном полете воздушного поезда, когда скорость полета для самолета является наивыгоднейшей, скорость планера всегда будет больше, чем его наивыгоднейшая скорость. Происходит это потому, что планер летит на меньших углах атаки, чем самолет. Если бы у планера и самолета-буксировщика удельная нагрузка на крыло была бы одинаковой, то и наивыгоднейшие скорости полета были бы одинаковыми. Но планер, как правило, имеет меньшую удельную нагрузку на крыло, поэтому для сохранения одинаковой скорости с самолетом планеру приходится лететь на меньших углах атаки.

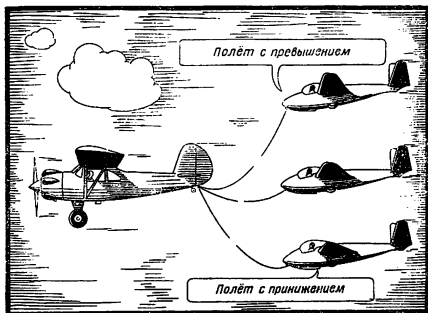


Рис. 87

Рис. 87. Планер должен лететь строго в хвост самолету, без превышения и принижения. Такое положение планера относительно самолета удобно для пилотирования, так как в этом случае из кабины планера самолет всегда будет виден на линии горизонта. Кроме того, при положении планера строго в хвост самолету, трос располагается вдоль линии полета и это делает его сопротивление движению наименьшим.

Однако планер может летать не только строго в хвост самолету-буксировщику, но также с превышением и с принижением. Принижение и превышение в полете определяют относительно линии горизонта. Поэтому, независимо от того, поднялся ли планер или опустился самолет относительно линии горизонта, все равно считается, что планер летит с превышением. Превышение и принижение планера рассматривают независимо от того, находится ли воздушный поезд в наборе высоты или в горизонтальном полете. При различной величине принижения буксировочный трос занимает также различное положение относительно линии горизонта. Таким образом, трос в этих условиях изменяет свой угол наклона.

Изменение угла наклона троса ведет к нарушению равновесия, так как сила тяги изменяет направление своего действия. Когда планер находится в превышении с большим углом наклона троса, он как бы начинает поднимать и самолет-буксировщик. Но поднять он его не может, а только увеличивает нагрузку на свое крыло,

которое в этих условиях должно удерживать не только вес планера, но и часть веса самолета. Кроме того, увеличение угла наклона троса ведет к возрастанию пикирующего момента у планера. От этого планер стремится опустить нос, увеличить скорость и догнать самолет, что ведет к излишнему провисанию троса и рывкам. В полете с превышением труднее выдерживать постоянство положения относительно самолета, а это приводит к частому изменению провисания троса. Кроме того увеличивается сопротивление самого троса.

Полет с принижением относительно самолета-буксировщика также неудобен и главным образом потому, что планер в этом случае часто попадает в струю от винта, в которой он испытывает тряску.

Положение планера относительно самолета-буксировщика влияет также на полет самого самолета, в особенности если крепление троса расположено в хвостовой части фюзеляжа самолета. В полете с превышением планер будет поднимать хвост самолета, а в полете с принижением — наоборот, опускать.

4. СНИЖЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ПОЕЗДА

Рис. 88. Как правило буксировка за самолетом производится с целью подъема планера на высоту или с целью перебазирования его.

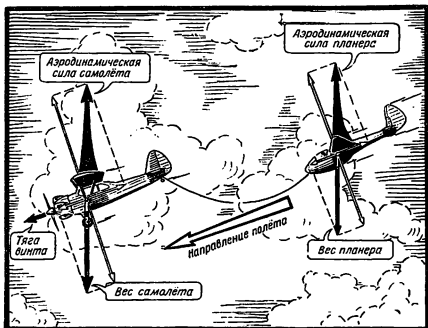


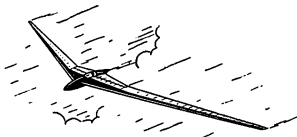
Рис. 88

Но иногда бывают случаи, когда самолет должен уменьшить набранную высоту вместе с планером. В таких случаях воздушный поезд снижается в полном составе.

Иногда это называется планированием воздушного поезда, однако это не совсем верно, так как совместное планирование самолета и планера невозможно. Дело в том, что планер и самолет всегда имеют разные углы планирования, в особенности если они движутся с одинаковой скоростью. В этих условиях планер неизбежно станет увеличивать превышение и для восстановления нормального положения планеристу придется увеличить скорость полета. Планер станет догонять самолет и это приведет к увеличению провисания троса.

Только при очень крутом планировании у планера и самолета могут быть одинаковые углы планирования, однако это может произойти при скорости, которая для полета на планере недопустима. Поэтому в необходимых случаях производится только пологое снижение воздушного поезда за счет увеличения скорости полета или при частичном уменьшении оборотов винта самолета. В этих случаях подбираются такие режимы работы двигателя, при которых углы снижения планера и самолета могут быть одинаковыми.

Если планер оборудован воздушными тормозами или интерцепторами, то, открывая их, также можно достигнуть необходимого увеличения угла планирования для полета за самолетом на снижении. Кроме того, для уравнивания скорости снижения планера и самолета в тех случаях, когда у планера нет воздушных тормозов или интерцепторов, применяют скольжение на крыло.





Глава пятая

ОБУЧЕНИЕ ПОЛЕТАМ

Поведение планера всецело зависит от ваших действий, поэтому в любом полете, даже самом непродолжительном, вы должны все видеть, ничего не забыть и все успеть сделать.

В спокойную погоду планер может хорошо лететь и в том случае, если вы бросите рули управления. Этот факт говорит о том, что не планер делает ошибки в воздухе, а вы, когда управляете им.

В полете вы всегда должны знать, что будете делать в следующий момент. Ваше внимание не только должно быть сосредоточено на управлении планером: вы должны наблюдать за воздухом, за состоянием облаков — чтобы обнаружить восходящие потоки, за местностью — на случай посадки и т. д. Кроме того, вы должны ориентироваться, чтобы знать, где находитесь и куда нужно лететь. На все у вас должно хватить времени. В дальнейшем, уже научившись летать, вы сами заметите, что времени достаточно и что раньше вы просто не были еще подготовлены. Вы также убедитесь, как мало еще знать технику полета и научиться ручкой управления менять положение рулей и элеронов; что еще необходимо, и это самое главное, научиться владеть собой. Необходимо научиться отдавать себе отчет во всех своих действиях, приобрести чувство самоконтроля, которое поможет вам критически относиться к каждому своему движению и поступку. Много раз в полете вы сможете поймать себя на том, что сильно упираетесь ногами в обе педали или, ухватившись за ручку управления, чуть ли не судорожно сжимаете ее.

В начале обучения в полете вам часто будет жарко. Даже в сильный мороз, вы будете удивляться тому, что инструктор мерзнет в задней кабине.

Повнимательней наблюдайте за собой и приучайтесь быть спокойным. Напряженность всегда будет мешать и затруднять вам усвоение все новых и новых элементов полета, так как ваше восприятие в напряженном состоянии значительно ухудшается. Как бы ни торопили вас перед полетом, вы не должны проявлять спешки в подготовке к полету. При обучении полетам все нужно делать совершенно спокойно, обдуманно, а главное — точно и четко.

Когда вы добьетесь четкости и точности в своих действиях, управляя планером вы будете как бы не задумываясь, почти автоматически. Если летчика, научившегося хорошо выполнять правильную посадку, вы попросите показать посадку с креном или с другими ошибками, то для этого ему придется сделать над собой большое усилие, чтобы побороть привычку к правильным действиям, так как процесс правильной посадки стал для него почти автоматическим.

При попытке выполнить полет со случайно перепутанным управлением какого-либо из рулей полет неизбежно закончится аварией сразу же после взлета планера. В планерной практике был даже случай, когда на двухместном планере оба пилота еще перед полетом знали, что управление элеронами перепутано. Но планеристы решили не откладывать полет на следующий день и попытались управлять элеронами обратными действиями. Все же они не сумели побороть выработанные рефлексы и разбили планер на взлете.

Одним из основных требований безопасности полета является осмотрительность. Находясь в воздухе, вы встретитесь с большей скоростью передвижения, чем на земле; поэтому каждую секунду от взлета до посадки, независимо от того, в каком положении вы находитесь и чем заняты, вам необходимо отчетливо знать, что делается впереди вас, справа и слева, сверху и снизу и даже позади вас. Чтобы выработать навыки осмотрительности, нужно постоянно тренироваться правильно распределять свое внимание. С самого начала необходимо приучать себя последовательно просматривать (и всегда в одном и том же порядке) воздух, землю, приборную доску и так далее.

Ваше волнение при посадке в планер может происходить только от незнания, поэтому хорошо изучите конструкцию планера и приемы управления им. Перед полетом вы должны твердо знать упражнение, которое будете выполнять, и хорошо подготовиться к тому, чтобы все элементы полета выполнялись наиболее правильно и своевременно.

Если вы внимательно осмотрели планер, у вас не может быть сомнений в исправности его. Никогда не нарушайте последовательности осмотра деталей планера — это избавит вас от неприятных неожиданностей.

Осмотр планера начинайте с кабины пилота и носовой части фюзеляжа. После этого осмотрите левое крыло и его крепление. Левый элерон осматривайте при осмотре крыла. Потом пройдите к хвостовому оперению и осмотрите его. Состояние хвостовой части фюзеляжа проверяйте, переходя от оперения к правому крылу, которое осматривайте вместе с правым элероном. Что и как осматривать, подробно указано в специальной инструкции, которая приложена к каждому планеру, на котором вам придется летать. При осмотре планера любого типа необходимо соблюдать одну и ту же последовательность.

Лично убедившись в том, что планер исправен, а вы подготовились к полету, можете садиться в кабину. Усаживайтесь в кабине поудобней и стремитесь держать себя непринужденно. Поставьте ноги на педали ножного управления под специальные ремешки. Застегните привязные ремни. Они должны держать вас достаточно туго, но удобно. Никогда не пренебрегайте привязными ремнями: много раз в полетах они избавят вас от неприятностей. Правой рукой возьмитесь за ручку управления. Ручку держите свободно и легко, но не держитесь за нее. Ручку управления нельзя зажимать. Запомните, ваша напряженность и состояние характеризуются тем, как вы держите ручку управления. Поэтому контролируйте себя.

Вашей левой руке пока нечего делать — положите ее на колено. Возьмите ручку управления на себя и посмотрите на руль высоты: вы увидите, что руль высоты поднимается. При отдаче ручки вперед — руль высоты опускается. Двигая ручку в стороны, вы будете отклонять элероны. Когда вы отклоняете ручку влево, то левый элерон поднимается, а правый опускается. Если же ручку отклонить вправо, то, наоборот, правый элерон будет подниматься, а левый опускаться. Нажмните правую педаль — руль поворота повернется вправо; левую педаль — руль поворота повернется влево.

Никогда перед полетом не забывайте проверить правильность отклонения рулей. Они могут быть перепутаны как раз тогда, когда вы их не проверили.

1. БАЛАНСИРОВКА

При обучении полетам на одноместном планере вам с самого начала все придется делать самому. Перед полетом инструктор сможет только рассказать вам, что необходимо предпринять в каждом отдельном случае. Как только планер сдвинулся с места, уже никто не сможет помочь вам даже советом. А вы, хотя и уверяли инструктора, что вам все понятно, часто сразу же после взлета будете делать не совсем то, чему вас учили.

Другое дело на двухместном планере. Здесь инструктор в любой момент может помочь вам и показать, как необходимо лететь.

На одноместном планере, чтобы приучиться к воздуху и поведению планера, обучение производится последовательно. Сначала вы научитесь балансировать планер. Потом сделаете пробежки и только, когда достаточно освоитесь с планером, сможете подняться в воздух.

Для того чтобы научиться управлять планером в воздухе, вначале необходимо научиться сохранять его равновесие. Прежде всего отработайте привычку устранять крены. Запомните, что устранение кренов должно производиться совершенно непринужденно и как бы машинально. Поэтому научиться устранять крены необходимо еще до того, как вы начнете учиться летать. При ветре 6—8 м/сек установленный против ветра учебный планер начинает слушаться рулей и это позволяет учиться балансировать его.

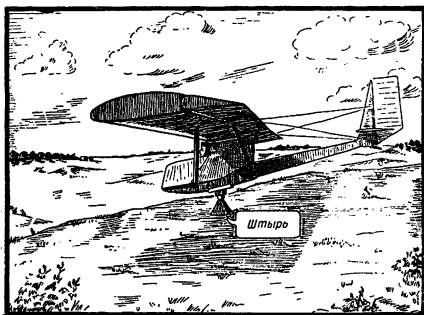


Рис. 89

Рис. 89. Установите планер строго против ветра на приспособлении, позволяющем производить отклонения его в разные стороны. Обычно для этих целей служит деревянный штырь. Лучше всего установить планер на склоне горы в открытом месте, чтобы создавалось впечатление высоты и впереди лежащие предметы на земле не отвлекали ваше внимание от линии горизонта.

Садитесь в планер и управляйте им так, чтобы не допускать образования кренов. Ориентируясь по положению вашего планера относительно горизонта, следите за положением вашего тела и,

если вы чувствуете, что оно наклоняется влево, отклоняйте ручку управления вправо, то-есть всегда в обратную сторону. Ваше туловище должно плотно прилегать к спинке сиденья и наклоняться вместе с планером. Когда удержать планер от кренов для вас уже не составляет труда и вы в течение продолжительного времени способны свободно сохранять равновесие, можете переходить к выработке навыков по выдерживанию направления полета.

При управлении элеронами планер может поворачиваться в правую и левую стороны и для устранения этих поворотов вам придется отклонять педали ножного управления.

В полете крены и развороты планера появляются почти одновременно, поэтому при обучении балансировке следует сразу же приучаться действовать согласованно ручкой управления и педалями, или, другими словами, приучаться координировать свои движения.

Однако при отработке навыков сохранения бокового равновесия с одновременным устранением появляющихся кренов и выдерживанием направления обратите особое внимание на то, чтобы при управлении элеронами не допускать отклонения ручки от себя или на себя. Только после того, как вы научитесь свободно удерживать планер от кренов и разворотов, можно переходить к обучению сохранению правильного положения планера в продольном отношении, которое соответствует положению нормального угла планирования в полете. На планере А-1 нормальному углу планирования соответствует наклонное под небольшим углом положение верхней плоскости кабины пилота. На других планерах необходимо ориентироваться по положению характерных вырезов кабины, козырька или приборной доски относительно линии горизонта.

Управляя рулем высоты, старайтесь удержать планер в правильном положении. Если нос планера поднимается, ручку управления необходимо отдавать от себя, а когда нос планера опускается, — ручку брать на себя, но немного и не резко, а только для того, чтобы сохранить правильное положение. Не забывайте, что при этом могут возникнуть крены, которые необходимо устранять одновременно. Кроме того, планер может поворачиваться в стороны и вам придется еще действовать ногами. Когда планер поворачивается в правую сторону, нажимайте левую педаль, и наоборот.

Вначале вам будет трудно одновременно устранять крены, развороты и изменение угла наклона фюзеляжа — для этого нужна некоторая практика, после которой вы обязательно будете держать планер в нормальном положении совершенно свободно.

Запомните, что в дальнейшем сохранение равновесия, предупреждение произвольных кренов и разворотов должны отнимать у вас как можно меньше внимания.

2. ПРОБЕЖКИ

Теперь вы можете приступить к освоению управления планером в движении.

Одно дело, когда планер стоит на месте: тут вам все кажется просто и даже иногда не так интересно; вам хочется поскорее взлететь. Другое дело — планер в движении. Не забывайте, что взлетать вам придется одному и в случае ошибок инструктор не сможет помочь вам, как это делается на двухместном планере, а вы еще мало привыкли к ощущению полета. Поэтому не спешите и старайтесь последовательно и хорошо усваивать упражнения.

Сначала вы сделаете несколько пробежек по земле.

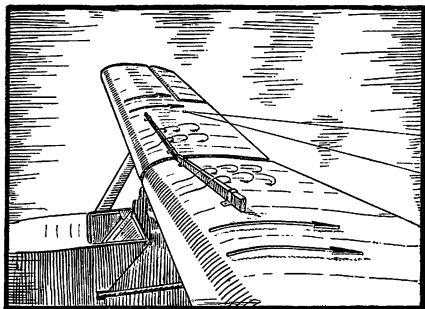


Рис. 90

Рис. 90. Чтобы при этом планер случайно не взлетел, на верхней поверхности крыла устанавливается планка, которая действует как интерцептор, уменьшая подъемную силу крыла. На пробежках эффективность рулей увеличивается ввиду наличия поступательной скорости, и ваши движения рулями должны быть несколько меньшими, чем при балансировке. Руль высоты на пробежках держите в нейтральном положении: вы еще не поднялись в воздух и он вам пока не нужен.

При пробежках сразу же выяснится, как вы усвоили управление элеронами и рулем поворотов, и если вам не удалось удержать

планер от касания о землю концом крыла или направление пробежки не выдержано, то это значит, что к балансировке вы относились невнимательно и надо еще потренироваться.

На пробежках могут появляться крены и развороты, и ваша задача заключается в том, чтобы своевременно их замечать и правильно устранять. В результате пробежек вы должны внутренне убедиться, что планер уже начинает слушаться вас в движении и вы можете направить его в нужную сторону.

3. ПОДЛЕТЫ

В результате пробежек вы научились своевременно замечать и устранять не только крены, но также выдерживать прямую на заданный ориентир на горизонте. Этого вы достигли, научившись совместному и осмысленному действию элеронами и рулем поворотов.

Но вот когда начинаются подлеты — начинается проверка вашего усвоения предыдущих упражнений и готовности к настоящим полетам.

Самое трудное — научиться летать на малой высоте, а на большой потом будет летать легче.

В первую очередь вам необходимо научиться пользоваться рулем высоты на малой высоте. Высоту, измеряемую сотнями и тысячами метров, укажет вам прибор, но высоту в несколько метров и особенно высоту меньше одного метра, должны определять только ваши натренированные зоркие глаза. На подлетах вам необходимо научиться управлять рулем высоты, согласовывая всякий раз свои движения ручкой управления с фактической высотой полета над поверхностью земли. Здесь в первую очередь необходимо отработать глубинный глазомер и остроту зрения, чтобы в любой момент правильно оценивать расстояние до земли с точностью до нескольких сантиметров.

Не пытайтесь при подлетах определять высоту, посматривая вниз: внизу под собой вы ничего не увидите; смотреть нужно вперед на 10—15 метров и несколько в левую сторону. Ваш взгляд должен скользить по поверхности земли, не останавливаясь на отдельных предметах, и высоту полета нужно научиться определять только по углу зрения.

Сидеть при подлетах необходимо прямо и голову наклонять не следует. Постоянное во всех подлетах положение головы облегчит отработку глубинного глазомера.

Во всех случаях, когда высота вашего полета меньше одного метра, вы обязаны постепенно уменьшать скорость планирования, осторожно выбирая ручку на себя. Делается это для того, чтобы посадочная скорость была возможно меньшей, а посадка наиболее мягкой. Нельзя выбирать ручку на себя слишком рано и слишком быстро: планер потеряет скорость до приземления и после этого упадет без скорости. Нельзя и опаздывать, так как в этом случае планер стукнется в землю под крутым углом.

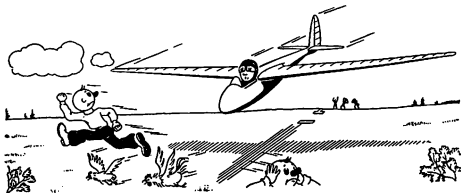
Приближаясь к земле, приучайтесь точно определять расстояние до земной поверхности. Выбирать ручку на себя нужно по мере уменьшения высоты и скорости с таким расчетом, чтобы перед касанием о землю ручка была бы выбрана возможно больше. Если высота уже не более 0,2—0,3 м, старайтесь удержать планер на этой высоте, не давая ему в то же время подниматься выше.

Но не думайте, что это уже все. На подлетах планерист должен освоить все основные элементы настоящего полета. Поэтому здесь вам придется одновременно устранять также крены и произвольные повороты планера, так как приземляться с креном или боком — нельзя. На первых подлетах будет труднее всего. Не успеет еще планер оторваться от земли, а вы еще не успеете подумать, какой крен нужно устранять, как уже нужно приземляться. Но впоследствии, когда постепенно вы будете совершать подлеты все выше и выше и когда планер будет пролетать по прямой уже достаточно много, тогда и вам будет легче.

Первые подлеты делаются на высоте не более одного метра и на ровном месте. В дальнейшем подлеты будут производиться уже на большую высоту и даже со склона. При выполнении подлетов не забывайте, что планер достаточно устойчив и сам будет стремиться сохранять режим планирования, и действуйте рулями осторожно и не спеша.

В начале обучения полетам лучше делать меньше движений рулями, чем делать лишние.





Глава шестая

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛЕТА

Всякий полет на планере, независимо от задания, происходит с выполнением ряда обязательных, так называемых основных элементов полета. К таким обязательным элементам относятся: взлет, набор первоначальной высоты, расчет на посадку и посадка.

Указанные основные элементы полета всегда должны выполняться в полном соответствии со всеми существующими наставлениями и инструкциями.

Мотоциклистов, участвующих в соревнованиях, ограничивают только равенством условий для всех спортсменов. Каждый из них может развивать наибольшую скорость и проявлять инициативу для достижения наивысших показателей. Но когда мотоциклисты въезжают в город, они все без исключения обязаны выполнять правила уличного движения.

Так же и в полете. Когда вы взлетаете, набираете высоту при помощи механической лебедки или на буксире за самолетом, планируете к аэродрому для посадки, производите расчет на посадку и приземляетесь — вы всегда обязаны точно выполнять правила полетов.

Не следует думать, что наставления и инструкции по производству полетов составлены с чрезмерными предосторожностями и выдумали их трусливые люди, пожелавшие помешать вашему совершенствованию в выполнении красивого полета. Наставления и инструкции составлены на основании огромного опыта, накопленного за весь период существования планеризма, и имеют целью устранить возможность повторения уже случавшихся аварий.

В парящем полете вы можете проявить всю свою энергию, сообразительность, выносливость и настойчивость, отыскивая восходящие потоки, набирая максимальную высоту, добиваясь удлинения полета на лишний километр, добиваясь увеличения продолжительности полета на лишнюю минуту. При выполнении высшего пилотажа вы сможете добиваться высокой техники пилотирования, умения экономно расходовать высоту на каждой фигуре, оттачивать красивый рисунок пилотажа. Когда вы научитесь летать, то в летной практике встретите большое количество неожиданностей и для успешного завершения полетов вам не раз придется проявить все свои личные качества. Поэтому овладевайте сначала правилами полетов, научитесь грамотно летать и тогда сами поймете, что можно летать смело и в то же время без нарушений.

1. ВЗЛЕТ

Взлет планера происходит в результате ускорения, полученного благодаря действию силы тяги, приложенной извне.

Как вы уже знаете, необходимую силу тяги может создать амортизатор, который как из рогатки выстреливает планер; силу тяги может также создавать автомобильная и мотоциклетная лебедки и самолет-буксировщик.

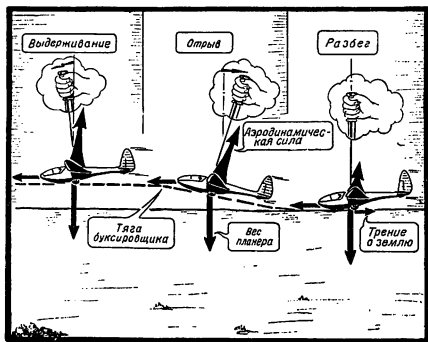


Рис. 91

Труднее всего планер сдвинуть с места. Если планер находится на горе с достаточно крутыми склонами, то для запуска в воздух достаточно столкнуть его с места, а дальше он сам заскользит по склону горы, наберет достаточную поступательную скорость и взлетит.

Рис. 91. Теоретически взлет делится на три этапа: разбег, при котором происходит первоначальный разгон планера, отрыв планера от земли и **выдерживание** на малой высоте для набора скорости, необходимой для полета. Практически взлет планера производится при мало заметном разграничении этих этапов.

Перед взлетом на планер действует одна сила — это его вес. Но как только к планеру приложена сила тяги и планер начинает двигаться, появляется сила трения о землю, которая противодействует силе тяги. Если сила тяги больше силы трения, то скорость на разбеге будет увеличиваться, но если сила тяги меньше, то планер даже не сдвинется с места. Сила трения проявляет себя только тогда, когда начинается движение. По мере нарастания скорости появляется аэродинамическая сила, которая увеличивается с увеличением скорости. С увеличением аэродинамической силы планер как бы становится легче и все меньше и меньше опирается о землю, а от этого сила трения о землю уменьшается. Когда же аэродинамическая сила становится способной удерживать планер в воздухе, происходит отрыв от земли.

Взлет с амортизатора происходит почти с места; планер в течение короткого времени за счет запаса тяги набирает определенную высоту и затем начинает планировать.

2. ВЗЛЕТ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАПУСКЕ

При взлете с помощью мотолебедки или за самолетом-буксировщиком нарастание скорости происходит медленнее, чем при запуске амортизатором, и взлет планера производится с более заметным разграничением по этапам. В начале разбега скорость нарастает постепенно и до отрыва планер скользит по земле 25—30 м. Отрыв планера от земли происходит на небольшой скорости, которую необходимо увеличить на выдерживании. И только при достижении необходимой поступательной скорости планер можно переводить на подъем.

При одинаковой силе тяги на взлете длина разбега зависит от силы трения планера о грунт. Планер, имеющий колесо, разбег делает короче и энергичнее и взлетает быстрее, чем планер с лыжей. Длина разбега тяжелого планера больше, чем легкого.

На больших углах атаки (вплоть до посадочного), при которых и подъемная сила крыла наибольшая, планер отрывается от земли быстрее.

Длина разбега зависит также от скорости встречного ветра. В сильный ветер планер значительно быстрее отрывается от земли, чем при безветрии.

В отличие от взлета с помощью амортизатора, при котором руль высоты заблаговременно устанавливается таким образом, чтобы в момент прекращения тяги планер стремился бы самостоятельно перейти в угол планирования, при механизированном запуске вам придется управлять планером в течение всех этапов взлета.

Тем не менее во всех случаях взлета с амортизатора после отрыва планера от земли не допускайте чрезмерного подъема носа планера. Плавно отдавая ручку немного от себя, уменьшайте угол подъема с таким расчетом, чтобы после того, как амортизатор прекратит свое действие и упадет с запускного крюка, планер уже находился бы в нормальном для планирования положении.

Не следует также излишним отклонением ручки от себя слишком прижимать планер к земле, так как в этом случае вы проигрываете в высоте.

При взлете с помощью механической лебедки в начале движения своевременными и достаточными действиями рулей устраняйте возникающие крены, а также развороты планера, и не допускайте преждевременного отрыва планера от земли на слишком малой скорости. На разбеге рули планера менее эффективны, чем в полете, поэтому отклонять их следует более энергично.

В момент отрыва планера от земли перенесите взгляд на землю впереди себя метров на 10—15 и немного в левую сторону. Не задерживайте внимания на отдельных предметах, а взглядом, скользящим по поверхности земли, наблюдайте за высотой и одновременно плавным движением ручки от себя. Выдерживайте планер на высоте не более 1 м.

Достаточную скорость на выдерживании вы почувствуете по возрастающему давлению на ручку управления или по силе обдувания вашего лица потоком воздуха. Но лучше всего определять скорость по прибору.

3. ВЗЛЕТ ЗА САМОЛЕТОМ

Взлет на буксире за самолетом во многом похож на взлет при помощи механического старта. Однако не забывайте, что воздушная струя от винта самолета будет оказывать заметное влияние на планер. Это влияние сказывается в том, что с самого начала появляется воздушный поток, способствующий улучшению управляемости на разбеге, но так как этот поток является завихренным и стремится опустить планер на крыло, то приходится заблаговременно отклонять ручку управления в нужную сторону. Тем не менее, научившись взлетать при механизированном запуске, вам уже не трудно будет освоить взлет и за самолетом-буксировщиком.

После взлета у вас нет возможности переводить планер на необходимый угол подъема, как вы это делали при взлетах с помощью механизированной лебедки; здесь вы всецело зависите от поведения самолета, который находится перед вашими глазами.

Внимательно наблюдайте за его движением. Когда ваш планер окажется уже в воздухе, самолет некоторое время еще будет бежать по земле. Поэтому в этот период взлета вам необходимо, отдавая ручку от себя, выдерживать планер и не давать ему подняться выше, чем на 1—1,5 м. Но не отклоняйте ручку от себя слишком много и не выдерживайте планер слишком низко над землей.

Выдерживая планер слишком низко и одновременно наблюдая за самолетом в ожидании его взлета, вы незаметно для себя можете коснуться лыжей планера о землю, что не особенно приятно.

Подниматься слишком высоко нехорошо, так как при большом превышении вы затрудняете взлет самолета, излишне поднимая ему хвост буксировочным тросом.

Когда самолет оторвется от земли, он задержится на высоте 1—1,5 м для набора необходимой скорости и окажется на одном уровне с планером. С этого момента строго держитесь в хвост самолету и, ориентируя свое положение относительно самолета и горизонта, в течение всего полета сохраняйте это положение.

4. НАБОР ВЫСОТЫ

Когда вы взлетаете на планере с горы или с ровной местности при помощи амортизатора, то подъем происходит только за счет скорости, развитой при взлете. Высота, которую можно набрать за счет упругости амортизатора, не превышает 15 м, а этого достаточно только для полета по прямой.

Если же вы взлетаете с горы и амортизатор только запускает планер в воздух, то характер вашего полета уже зависит не от той высоты, которую можно набрать за счет упругости амортизатора, а от высоты возвышенности, с которой вы взлетаете. Поэтому для полетов на парение над склоном горы запуск амортизатором является наиболее простым и удобным.

Другое дело, когда в вашем районе нет гор, а только ровные поля. В таком случае запускать амортизатором уже нецелесообразно. В равнинной местности для взлета планера и подъема на необходимую высоту лучше всего пользоваться мотоциклетной или автомобильной лебедкой.

5. НАБОР ВЫСОТЫ ПРИ МЕХАНИЗИРОВАННОМ ЗАПУСКЕ

При полетах с помощью мотоциклетной или автомобильной лебедки подъем производится в течение 25—35 сек., и за это время может быть достигнута высота в 300—400 м. Такой высоты вполне достаточно для выполнения учебного полета по кругу, в границах вашего планеродрома и даже для парящего полета в восходящих потоках воздуха.

Набирать высоту при полетах с помощью механизированной лебедки несколько сложнее, чем при полетах на амортизаторе.

Здесь уже нельзя держать ручку управления в определенно установленном положении, так как необходимо управлять планером и выдерживать необходимую скорость в течение всего периода набора высоты.

После того, как планер взлетел и набрал необходимую скорость на выдерживании, небольшим движением ручки на себя переводите планер на угол подъема.

В начале набора высоты наибольший угол подъема всегда будет на экономической скорости полета. На большей скорости полета угол подъема обязательно будет меньше.

Величина угла подъема относительно линии горизонта в первую очередь зависит от тяги, развиваемой тросом. Поэтому неправильно выбирая скорость, вы можете только уменьшить угол подъема по отношению к тому, который может быть получен при определенной тяге. Следовательно, главная ваша задача заключается в том, чтобы, управляя планером, сохранять при наборе высоты заданную скорость полета и тогда угол подъема сам установится наибольшим. Скорость выдерживайте по прибору.

Как правило, угол подъема при длине троса 1000—1200 м сначала не превышает 30—40° относительно линии горизонта. Этот угол не должен быть больше угла наклона троса, который в последней стадии набора высоты не превышает 45°.

Для первых полетов, когда вы еще недостаточно освоили технику подъема при механизированном запуске планера, инструктор и водитель автомобиля будут регулировать обороты лебедки таким образом, чтобы угол подъема не превышал допустимую величину. В это время вы не всегда будете иметь возможность устанавливать угол подъема по своему желанию.

Тем не менее, необходимо иметь в виду, что стремиться набрать максимальную высоту при определенной длине троса и тяге лебедки нужно не в конце, а в начале подъема. Поэтому не следует долго выдерживать планер после взлета для приобретения им скорости большей, чем экономическая.

Если вы, долго выдерживая планер над землей, дадите возможность значительно уменьшить длину троса, то хотя и будете иметь повышенную скорость, все равно набрать большую высоту на укороченном тросе вам не удастся.

Запомните: набирать высоту необходимо тогда, когда длина троса еще велика, а не тогда, когда большая часть троса уже намотана на барабан.

В первой половине подъема ручку необходимо держать на себя, а во второй половине подъема, по мере набора высоты, ручку управления придется отдавать от себя все больше и больше. Однако, это не должно вас беспокоить. Главное ваше внимание должно быть сосредоточено на том, чтобы сохранить скорость планера постоянной, даже если для этого придется отдавать ручку от себя или брать на себя почти полностью.

Удерживая планер в положении подъема, не забывайте, что одновременно необходимо сохранять и направление полета. Следите также и за углом наклона троса, который увеличивается по мере увеличения высоты и приближения к механизированной лебедке. Имейте в виду, что при подъеме наклон буксировочного троса к линии горизонта не должен превышать 45° . К этому моменту вам необходимо уменьшить угол подъема настолько, чтобы планер, отцепившись от буксировочного троса, уже находился в планировании с нормальным углом.

Отцепку планера производите после того, как почувствуете прекращение тяги лебедки. Уменьшение тяги сразу же заметно, так как планер немедленно начнет уменьшать скорость и переходить на снижение. Открывая буксирный замок необходимо энергичным движением руки и не отпускать ручку до тех пор, пока вы не убедитесь, что трос сброшен. Нельзя сбрасывать трос, когда он еще достаточно натянут. Преждевременная отцепка ведет к резкому снятию нагрузки с двигателя лебедки и может привести к так называемой раскрутке его. Кроме того, натянутый трос при отцепке станет быстро сокращаться и может запутаться. Однако бывают случаи, когда трос сбрасывают независимо от натяжения. На летном поле с левой стороны по полету выкладывают специальный знак (из белого полотнища), который хорошо виден из кабины планера. Этот знак указывает место, над которым в любых условиях планер должен освободиться от троса. Дальше этого знака лететь на буксире у лебедки запрещено. Подлетев к сигнальному полотнищу, вы обязаны произвести отцепку планера.

Как только вы убедитесь, что трос сброшен, сразу же плавным движением поставьте ручку в нейтральное положение. Только после этого можно начинать свободный полет.

Во всех случаях уменьшения скорости (что может произойти неожиданно) независимо от того, виноваты ли в этом вы, или уменьшилась сила тяги — сразу же отдавайте ручку от себя и переводите планер в угол планирования.

Запомните, что самое важное — это своевременно отдать ручку от себя, а насколько — вы узнаете из практики. Если уменьшение скорости замечено сразу, бывает достаточно и небольшого отклонения ручки от себя; но когда вы спохватились поздно, а планер успел уже потерять скорость, то может не хватить и полного отклонения ручки.

В случаях, когда уменьшение скорости произошло из-за уменьшения тяги троса, после перевода планера в угол планирования и не дожидаясь рывка, производите отцепку планера. Рывки троса могут не только создать нежелательные перегрузки планера, но и будут влиять на управление им. Ослабленный и несброшенный трос может причинить вам дополнительные неприятности.

На механизированной лебедке есть зубило для рубки троса в аварийных случаях, но для вас лучше отцепиться самому.

6. НАБОР ВЫСОТЫ ЗА САМОЛЕТОМ

Набор высоты на буксире за самолетом имеет ту особенность, что здесь в течение всего буксировочного полета вы связаны с самолетом и должны следовать за ним, точно сохраняя правильное положение относительно самолета-буксировщика и не допуская рывков троса.

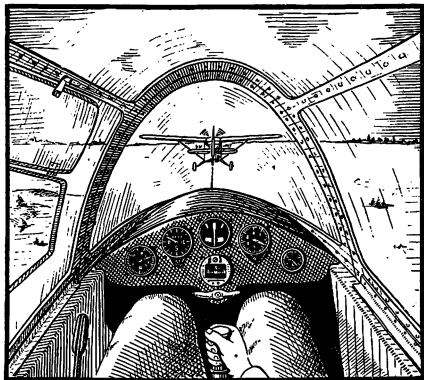


Рис. 92

Рис. 92. Во всех случаях полета на буксире линия горизонта и самолет должны находиться на одном уровне. Переход самолета после взлета на подъем вы сразу же заметите, так как он начнет подниматься выше линии горизонта и вам необходимо плавным движением ручки на себя «удержать его» на линии горизонта. Такое положение планера относительно самолета-буксировщика легко выдерживать потому, что и самолет, и горизонт, и вы сами находитесь на одной прямой линии. Поэтому небольшие отклонения самолета или планера вверх и вниз сразу же будут заметны, а чем раньше вы заметите изменение положения, тем легче вернуть планер на свое место.

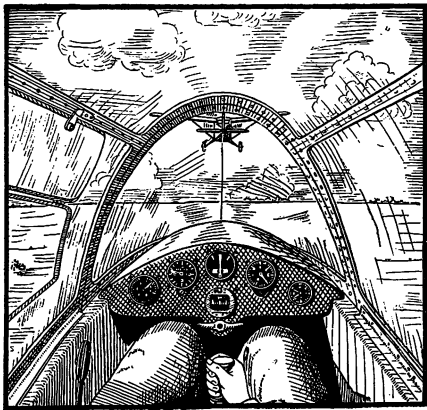


Рис. 93

Рис. 93. Может случиться так, что самолет слишком быстро начнет набирать высоту и вы окажетесь внизу. В этом случае вы увидите самолет выше линии горизонта. Ничего страшного здесь нет: берите ручку на себя и через несколько секунд ваш планер поднимется на один уровень с самолетом.

Рис. 94. Если вы возьмете ручку на себя больше, чем следует, и заметите, что очутились слишком высоко, а самолет оказался ниже горизонта, то в этом случае нельзя просто отдавать ручку от себя, так как планер начнет увеличивать скорость и будет догонять самолет. Буксировочный трос начнет провисать, а затем последует рывок.

Устранять излишнее превышение нужно осторожно и постепенно. Очень хорошо, если на планере есть воздушные тормоза или интерцепторы. Открывая их, вы смогли бы притормаживать планер и, не увеличивая провисания троса, снизиться до нормального положения, став строго в хвост самолету-буксировщику.

При отсутствии тормозов устранять излишнее превышение можно небольшими скольжениями в правую или левую стороны. Для этого необходимо развернуть планер, например, в правую сторону на $10-15^\circ$ и отклонением ручки влево создать небольшой крен, одновременно отклоняя правую педаль. Планер начнет постепенно снижаться и уменьшит превышение. После этого ликвидируйте крен, удерживая планер на линии с самолетом.

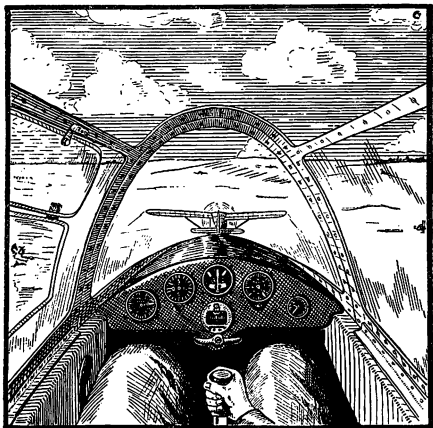


Рис. 94

Буксировочный трос в полете всегда немного провисает. Величина провисания зависит от веса троса и лобового сопротивления планера. Но слишком большое провисание троса так же, как и слишком малое, свидетельствует о том, что вы недостаточно внимательно пилотируете планер. Запомните, что провисание буксировочного троса всецело зависит от вашего положения относительно самолета-буксировщика.

Поэтому «не гоняйтесь» за тросом и меньше обращайтесь на него внимания. Главным образом следите за тем, чтобы самолет не сходил с линии горизонта, и тогда трос будет сохранять нормальную степень провисания.

«Гоняясь» за тросом в беспокойную погоду, вы можете так разболтать планер, что понадобится вмешательство инструктора. Но если ваш инструктор следит за полетом с земли, то можете себе представить, сколько неприятных моментов ему придется перенести. Кроме того, летчику самолета-буксировщика также очень неприятно ощущать рывки троса.

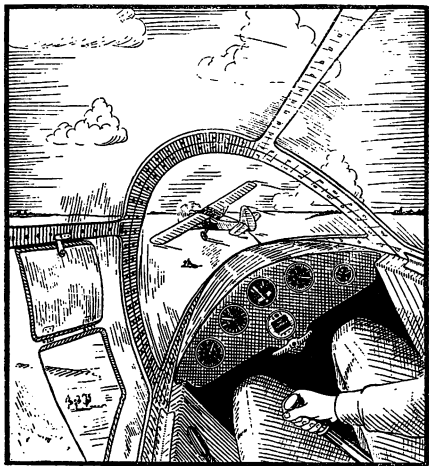


Рис. 95

Рис. 95. Если самолет начинает разворот, и вы вводите планер в разворот. В развороте старайтесь держать крен таким же, как и

у самолета. Самолет вы должны видеть немного сбоку, так как в этом случае планер и самолет летят по окружности с одинаковым радиусом.

После подъема на достаточную высоту и по команде летчика, который покачиванием с крыла на крыло сообщит вам, что можно сбрасывать трос, левой рукой потяните на себя ручку буксирного замка и отцепляйте планер.

С момента отцепки планера от самолета начинается свободный планирующий или парящий полет.

На некоторых планерах, например, типа А-2, рекомендуется перед отцепкой взять небольшое превышение над самолетом, но не более 5—8 м, и зафиксировать это положение с тем, чтобы уменьшить натяжение троса, так как буксирный замок, установленный на таких планерах, под нагрузкой открывается хуже и требует приложения большего усилия на ручку замка.

7. РАСЧЕТ НА ПОСАДКУ

Планеристам очень часто приходится прекращать дальнейший полет и выполнять посадку не по своему желанию.

У вас необходимость совершить посадку иногда может появиться в самое неподходящее время. Например, если в парящем полете вы потеряли слишком много высоты и найти восходящий поток не можете, вам неизбежно придется идти на посадку, тогда как ваши товарищи еще будут летать высоко под облаками.

Но представьте, что заходя на посадку, вы плохо выполнили расчет, не учли усилившегося ветра и вам уже не хватает высоты, чтобы долететь до планеродрома. Все равно, придется садиться, не долетев даже до его границ. Снизившись, вы убеждаетесь, что площадка непригодна для посадки. Ничего не поделаешь — придется приземляться, так как высоты уже не осталось. Поэтому в любой момент полета вы должны быть готовы к приземлению и иметь в виду подходящую площадку для совершения посадки, чтобы не садиться куда попало. Более того, чем меньше высота вашего полета, тем тверже вы должны знать, где будете производить посадку.

На планере все нужно делать своевременно. При высоте полета 250—300 м, когда уже нужно производить расчет на посадку, поздно искать удобную площадку: придется садиться в том месте, над которым вы оказались.

Когда производятся полеты над планеродромом или над склоном горы, то место посадки точно определено посадочными знаками. Скорость и направление ветра также заранее известны. Посадочные знаки выкладываются против ветра, а скорость ветра вы определили перед полетом. Но когда вам придется производить посадку на незнакомом поле, тогда нужно будет, находясь в воздухе, самому определить и направление ветра и его скорость, а также размеры и состояние выбранной площадки.

В полете направление ветра можно определить по движению теней облаков, по дыму, по пыли на дорогах, по ряби на поверхности озер и рек, а также по волнам зерновых посевов на полях. Не следует определять направление ветра по дыму двигающегося поезда.

Находясь в воздухе на большой высоте, скорость ветра определить труднее. Когда движение теней облаков замечается легко — это значит, что ветер сильный. При слабом ветре движение облаков почти незаметно и вам придется продолжительное время наблюдать за тенью одного облака, чтобы заметить смещение ее относительно ориентиров на местности.

Однако по теням облаков определяется скорость ветра не у земли, а на высоте, и может случиться так, что под облаками ветер сильный, а у земли слабый. Поэтому с уменьшением высоты полета определяйте скорость ветра больше по дыму, по пыли на дорогах и другим земным ориентирам.

В сильный ветер заметно движение верхушек деревьев, но увидеть это можно только с небольшой высоты.

Находясь в парашюте полете, все время наблюдайте за местностью и оценивайте ее с точки зрения возможности посадки. Когда высота полета более тысячи метров, можно вести только общее наблюдение. Но чем меньше высота полета, тем чаще нужно обращать внимание на землю и рассматривать ее поверхность.

Состояние поверхности посадочной площадки с высоты определить трудно. Поэтому изучайте и запоминайте, как выглядит с воздуха свежая пахота, поле с посевом или скошенное поле, как выглядит заросшее болото или целина с мягкой зеленой травой. По теням на земле определяйте наличие оврагов, ям и других неровностей поверхности. С высоты все площадки кажутся ровными, но когда приходится приземляться, то оказывается, что можно было бы выбрать лучшую и всегда, как нарочно, совсем близко. Случается так потому, что выбрав заранее одну из площадок, вы перестаете обращать внимание на другие, расположенные рядом, а снизившись и обнаружив, что выбранная площадка неудобна, выбирать другую вам уже поздно. Поэтому до того момента, пока не принято решение производить посадку и есть еще запас высоты, а выполнение расчета не начато, необходимо внимательно просматривать весь район и выбирать наилучшую площадку.

Однажды был случай, когда планерист, выбирая посадочную площадку, пролетел на высоте 350—400 м более 25 км, постепенно добравшись до своего планеродрома и благополучно приземлился. Были такие исключительные случаи, когда удавалось находить восходящий поток на высоте 50 м и после этого летать еще несколько часов. Однако, как правило, на небольшой высоте разумнее всего прекращать поиски потоков и принимать твердое решение садиться на заранее выбранную площадку.

Размеры посадочных площадок можно определить, сравнивая их с находящимися поблизости предметами и строениями, примерные размеры которых вам известны. Кроме того, всегда мысленно срав-

нивайте размеры площадок с размерами вашего планеродрома, который вы привыкли видеть с такой же высоты.

При выборе посадочной площадки постоянно имейте в виду, что вам придется еще взлетать с нее вместе с самолетом. Для планера посадочную площадку можно найти почти в любом месте, даже в городе. Иногда очень удобно произвести посадку на широкой дороге вблизи населенного пункта, если, конечно, не мешают придорожные столбы. Но если на выбранную вами посадочную площадку придется посадить самолет, а потом и взлетать с ним, то в этом случае требования к размерам и поверхности площадки должны быть соответственно повышены.

Расчет на посадку начинается с высоты 200—250 м, когда вы летите на спортивном планере, и с высоты 250—300 м — на учебном. На этой высоте вы должны находиться над центром площадки и лететь против ветра. Если на посадочной площадке выложены посадочные знаки, то вы должны находиться над посадочными знаками точно в направлении посадки. Высоту полета в этом случае определяйте не только по высотемеру, но и зрительно. Может случиться так, что место посадки выше, чем место вашего планеродрома, с которого вы взлетели, и если вы заметите это слишком поздно, то садиться будет значительно сложнее, так как фактическая высота полета окажется в этом случае меньше той, которую показывает прибор.

Расчет на посадку является одним из наиболее сложных элементов полета. Для его облегчения выработана определенная система построения маршрута полета, позволяющая лучше учитывать конкретную обстановку при расчете в каждом отдельном случае. В зависимости от конкретных условий расчет на посадку в каждом отдельном случае имеет свои особенности и требует своевременного их выявления и учета. Даже при выполнении подряд нескольких полетов расчеты будут отличаться друг от друга. Дело заключается в том, что расчет на посадку зависит от нескольких совершенно обособленных факторов, которые должны быть учтены соответствующими поправками в технике пилотирования. К этим факторам относятся: скорость и направление ветра, нисходящие и восходящие потоки; скорость и высота полета, которые выдерживаются в процессе расчета; и, наконец, летные данные планеров различных типов. Все эти факторы могут изменяться в процессе летной практики совершенно независимо друг от друга, поэтому умение производить расчет в большой степени зависит от вашего опыта и способности правильно оценивать влияние каждого фактора и правильно учитывать степень этого влияния.

По характеру маршрута над площадкой расчеты на посадку подразделяются на расчет с разворота на 90° и расчет с разворота на 180° .

Расчет с разворота на 90° является стандартным и основным при обучении полетам и летной тренировке.

Другие способы расчета применяются как исключение, в тех случаях, когда нет возможности выполнить прямоугольный марш-

руг (или, как иначе говорят, «коробочку» из четырех разворотов на 90°) над районом посадочной площадки.

При обучении расчету основное внимание необходимо уделять отработке стандартного выдерживания скорости и высоты в каждом полете, а также одинакового удаления планера от посадочных знаков на всех участках прямоугольного маршрута. Отработка стандартности расчета значительно уменьшает степень влияния большинства указанных выше факторов и дает возможность в полете уделить большее внимание тщательному учету ветра и выполнению точного приземления при различной скорости ветра. В начале летного обучения, да и в дальнейшей практике, не следует надеяться на возможность исправления расчета у земли, а необходимо с самого начала учиться так делать расчеты, чтобы избежать исправлений непосредственно перед самой посадкой.

Умение производить расчет на посадку всегда считалось и будет считаться одним из важных условий оценки зрелости планериста.

8. РАСЧЕТ С РАЗВОРОТОМ НА 90°

Рис. 96. Полет по прямоугольному маршруту, или, как иначе говорят, хотя и не совсем точно, «по кругу», складывается из пяти прямых отрезков пути и четырех разворотов. Строго говоря, расчетными являются третий разворот и четвертая прямая. Другие участки прямоугольного маршрута обеспечивают правильный выход к расчетному развороту.

Перед построением прямоугольного маршрута необходимо долететь до центра посадочной площадки и определить направление посадки по выложенным на земле посадочным знакам или по другим признакам. В тех случаях, когда посадку необходимо производить на выбранную вами площадку, перед построением прямоугольного маршрута также необходимо, но уже самому, определить направление ветра, а с учетом его, и направление посадки.

После этого разверните планер против ветра на первую прямую прямоугольного маршрута. Эта прямая проходит от центра посадочной площадки и параллельна направлению посадки.

Всегда начинайте построение маршрута с одной и той же высоты и притом не более 300 м. Излишнюю высоту лучше потерять заблаговременно, чем при расчете.

Длина первой прямой зависит от силы ветра. В слабый ветер она будет длиннее, а в сильный — короче. Потеря высоты на первой прямой должна быть не более 30—40 м.

Первый разворот выполняется: при безветрии — на 90° и в ветер — на меньший угол.

Как правило, полеты на планере производятся с левым кругом и все развороты выполняются в левую сторону. Но необходимо одинаково привыкать как к левому, так и к правому построению маршрута.

Перед разворотом необходимо осмотреть левую и правую полушеры пространства и убедиться, что в воздухе поблизости нет дру-

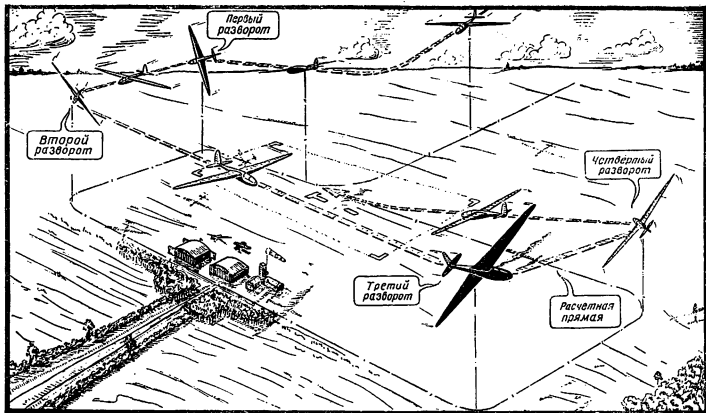


Рис. 96

гих планеров или самолетов. Одинаково внимательно нужно осматриваться как в сторону разворота, так и в противоположном ему направлении.

Для правильного разворота намечайте на горизонте ориентир и после увеличения скорости на 5—10 км в час разворачивайте планер, плавно и одновременно отклоняя ручку управления и педали в сторону разворота. Во время разворота необходимо следить за сохранением скорости полета, не допускать скольжения и излишнего увеличения крена. Крен при разворотах не следует допускать более 30—40°.

Вывод из разворота выполняйте, не доходя до ориентира, с тем, чтобы при полете в направлении ориентира крена уже не было. На вводе и выводе планера из разворота, а также в процессе выполнения его, шарик указателя скольжения должен находиться в центре. Если шарик уходит в сторону крена или отклоненной педали, то это значит, что у планера внутреннее скольжение и педаль необходимо отклонить больше. Если шарик уходит в обратную сторону крена, то это указывает на внешнее скольжение и необходимо уменьшить отклонение педали.

После первого разворота планер должен лететь перпендикулярно к линии посадочных знаков. Поэтому при наличии ветра необходимо поворачиваться на угол меньше 90° с тем, чтобы планер летел с небольшим упреждением. При этом уменьшение угла разворота определяется в зависимости от скорости ветра.

На второй прямой необходимо лететь, наблюдая за посадочными знаками, которые при левом круге должны находиться слева и сзади. Выполнение второго разворота начинается после того, как планер улетит от посадочных знаков настолько, что они станут видны под углом 45—50°.

Очень часто начало выполнения разворотов рекомендуют производить по дополнительным ориентирам визирования. Это, как говорят планеристы, «шпаргалки». Однако различные ориентиры на поверхности земли и на планере, по которым производится визирование относительно посадочных знаков, помогают только в одном каком-либо случае и не могут быть одинаковыми для всех конструкций планеров и условий местности. Поэтому с самого начала необходимо стремиться не только к тому, чтобы был выполнен расчет, но и к тому, чтобы в результате каждого полета отработывался ваш глазомер по определению расстояний и углов визирования посадочных знаков.

После второго разворота высота полета должна быть около 200 м.

Прямая между вторым и третьим разворотом проходит параллельно посадочной полосе, но в обратную сторону посадки. На этой прямой вы пролетаете всю посадочную площадку и имеете возможность внимательно осмотреть ее с тем, чтобы определить, свободна ли полоса посадки и наметить место, над которым начинается выравнивание планера перед посадкой. Место, над которым выполняется уменьшение угла планирования для погашения скорости,

называется точкой выравнивания. На этой же прямой вам необходимо определить начало третьего разворота.

Третий разворот выполняется после того, как планер пролетит в створе посадочных знаков и будет находиться на достаточном удалении от них. Высота полета на третьем развороте должна быть 150 м. При ветре третий разворот необходимо начинать ближе к посадочным знакам, а при безветрии — несколько дальше. После третьего разворота, на высоте примерно 130 м, планер выходит на расчетную прямую.

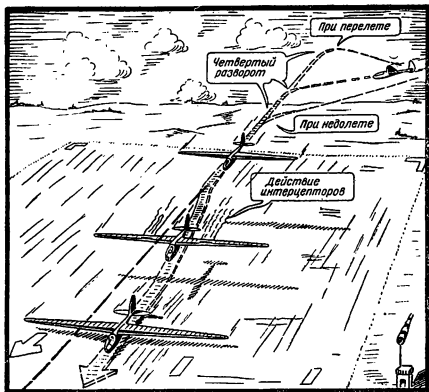


Рис. 97

Рис. 97. На этой прямой, проходящей перпендикулярно линии посадочных знаков, вы должны в соответствии с высотой полета и силой ветра определить место выполнения четвертого, последнего разворота с выходом на посадку.

Если вы видите, что можете сесть с перелетом, то необходимо несколько отвернуть планер в сторону от посадочной площадки и, удлинив свой путь, отлететь от нее, чтобы четвертый разворот выполнить дальше, так как после этого разворота остается высота только для того, чтобы спланировать до места приземления. Если же вы заметите, что можете не долететь до посадочных знаков, то,

наоборот, необходимо немного повернуть планер в сторону посадочных знаков и, укоротив путь, несколько приблизиться к ним. Исправление расчета, если только в этом есть необходимость, старайтесь начинать сразу же после третьего разворота. Чем раньше вы обнаружите ошибку расчета, тем легче ее исправить. Явный перелет обнаруживается по быстрому приближению планера к линии посадочных знаков, причем высота теряется гораздо медленнее. При недолете, наоборот, высота теряется быстро, а приближение к линии посадочных знаков, т. е. места четвертого разворота, кажется медленным.

На планере всегда лучше рассчитывать с небольшим перелетом, чем с недолетом. В случае перелета потерять лишнюю высоту можно, пользуясь воздушными тормозами или интерцепторами, которые имеются почти на каждом планере. Но в случае недолета, обнаруженного слишком поздно, помочь ничем уже нельзя, так как увеличить высоту полета планера без помощи восходящих потоков невозможно. Поэтому вам придется садиться, не долетев до посадочной площадки.

Не следует также далеко улетать от посадочной площадки даже в том случае, если оказалось, что запас высоты слишком большой. Смело увеличивайте снижение планера за счет тормозов на третьей и четвертой прямой прямоугольного маршрута, но находитесь поблизости от площадки. Были случаи, когда планеристы, имея большой запас высоты, улетали далеко по ветру и потом садились в лесу.

Четвертый разворот выполняйте с таким расчетом, чтобы на последней прямой двигаться в направлении посадочных знаков. Начало четвертого разворота производите на высоте 100 м.

Если на расчетной прямой пришлось немного поворачивать планер в сторону посадочной площадки, то вместо четвертого разворота вам останется лишь еще немного повернуть планер и садиться. Однако, в том случае, когда пришлось отклониться от площадки, то четвертый разворот придется выполнять более чем на 90°.

Рис. 98. После четвертого разворота вы должны установить нормальную скорость планирования и путем визирования линии планирования на воображаемую точку выравнивания определить правильность вашего расчета. Точка выравнивания намечается до посадочных знаков и на определенном удалении от них. Расстояние от посадочных знаков до точки выравнивания зависит от аэродинамического качества планера, скорости планирования и силы ветра. При высоком аэродинамическом качестве планера и повышенной скорости планирования точка выравнивания находится на большем расстоянии от посадочных знаков, а при менее высоком качестве и меньшей скорости — на меньшем. Для каждого планера в отдельности расстояние до точки выравнивания определяется при испытаниях и указывается в соответствующих инструкциях.

Ветер оказывает большое влияние на положение точки выравнивания. При сильном ветре точка выравнивания значительно приближается к посадочным знакам.

Ориентируя положение проекции линии планирования относительно точки выравнивания, вы должны определить правильность расчета. Если проекция линии планирования находится дальше от посадочных знаков, чем точка выравнивания, то это значит, что вы летите с недолетом. Если же проекция линии планирования ближе к посадочным знакам, то в этом случае вы летите с перелетом. При обнаружении перелета уточняйте расчет, пользуясь тормозами или интерцепторами так, чтобы приземление произошло на уровне посадочной стрелы. При отсутствии у планера этих приспособлений, для потери излишней высоты придется выполнять скольжение на крыло.

Но как только вам станет ясно, где приземлится планер, думайте уже не о расчете, а о посадке, так как исправление ошибок расчета на малой высоте сделать трудно; постарайтесь хотя бы правильно произвести посадку.

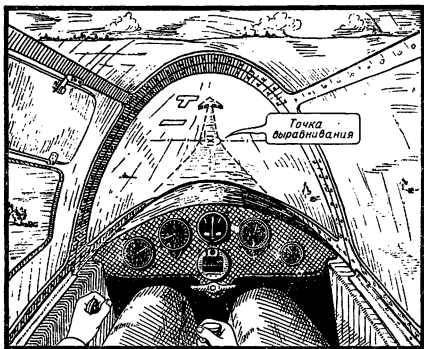


Рис. 98

Выполнение посадки, как было отмечено выше, в большой степени зависит от правильности расчета. При недостаточно точном расчете планерист не всегда успевает переключить свое внимание на выполнение посадки и часто перед приземлением думает еще об ошибках расчета, а поэтому и посадку совершает недостаточно аккуратно. Исправление ошибок расчета производите не при посадке, а в следующем полете.

9. РАСЧЕТ С РАЗВОРОТОМ НА 180°

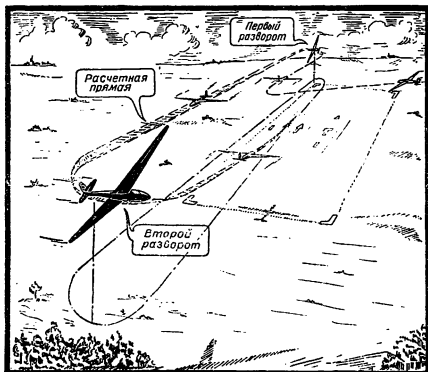


Рис. 99

Рис. 99. Расчет с разворотом на 180° производится в тех случаях, когда для нормального расчета не хватает высоты. В парящем полете иногда может случиться так, что, когда вы долетите до посадочной площадки, высота вашего полета уменьшится до 100—120 м, да еще летите вы по ветру, а садиться нужно против него. В этих случаях расчет на посадку выполняется с разворотом на 180° .

После пролета точки посадки расчетная прямая будет проходить не перпендикулярно направлению посадки, как при прямоугольном маршруте, а параллельно, но в обратном направлении. На этой прямой необходимо определить место для разворота на 180° , чтобы после этого разворота оказаться в направлении посадки на достаточной высоте и необходимом удалении от места приземления. Уточнение расчета после разворота производите также при помощи воздушных тормозов или интерцепторов. Кроме того, уменьшение запаса высоты производится при помощи скольжения на крыло. Этот способ увеличения скорости снижения, из-за неесте-

ственности полета в сторону одного крыла, является одним из устаревших способов, появившихся в свое время вследствие несовершенства планеров. Поэтому применять этот способ можно только в исключительных случаях, когда нет другой возможности исправить расчет.

Перед выполнением скольжения планер нужно повернуть на $10\text{--}15^\circ$ в сторону, противоположную скольжению. После этого отклонением ручки управления в сторону скольжения создают крен до 20° . Одновременно отклонением противоположной крену педали удерживают планер от разворота в сторону крена. На скольжении планер стремится опустить нос и увеличить скорость, что при излишнем крене может привести к развороту в сторону опущенного крыла, даже при полном отклонении педали в обратную сторону. Вывод из скольжения производится путем устранения крена ручкой управления и возвращения педалей ножного управления в нейтральное положение. На высоте менее 30 м скольжение производить не следует. Скольжение на малой высоте уже не даст желаемого уточнения расчета, но в значительной степени затруднит выполнение правильного профиля посадки. В практике парящих полетов при расчете на посадку вам не раз придется встретить усложненную обстановку: неожиданное изменение направления или силы ветра, ухудшение видимости, повышение или понижение местности относительно места взлета, которое обычно обнаруживается на слишком малой высоте, и многое другое. Поэтому в период обучения расчету на посадку необходимо стремиться не к тому, чтобы научиться только приземляться в районе планеродрома, а к тому, чтобы наиболее четко отработать правильные навыки расчета.

Расчет на посадку без построения прямоугольного маршрута производится в тех случаях, когда в соответствии со сложившимися обстоятельствами вы вынуждены заходить прямо на посадку. В этом случае, приближаясь к посадочной площадке, постарайтесь определить, есть ли у вас запас высоты или придется садиться непосредственно с прямой. Когда вы обнаружите большой запас высоты, то для потери ее ни в коем случае не вводите планер в спираль: во-первых, на спирали вы продолжительное время не будете видеть посадочную полосу и вследствие этого не сможете вести расчет; а, во-вторых, ветер может отнести планер так далеко, что посадку, очевидно, придется производить, не долетев до площадки. Лучше всего развернуться на 90° в левую сторону, пролетев некоторое расстояние, развернуться на 180° и после этого вести расчет с разворота на 90° .

Во всех случаях расчета на посадку необходимо планировать с одинаковой скоростью. Это сделает ваш расчет одинаковым по скорости при различных силе ветра и высоте полета.

Тренируясь делать расчет, обращайте внимание на высоту полета в различных местах прямоугольного маршрута. Таким образом, планируя на посадку всегда с одинаковой скоростью и при одинаковой высоте для каждого полета, вам останется уточнить

только удаление от посадочной площадки. Именно благодаря постоянству выдерживания режима полета при расчете планеристы всегда садятся у посадочной стрелы, хотя и летают без мотора.

10. РАСЧЕТ ПРИ ПОСАДКЕ НА ГОРЕ

В парящем полете над склоном горы расчет на посадку имеет свои особенности. При полетах в потоках обтекания посадка производится или в долине, или наверху склона.

Расчет на посадку в долине ничем не отличается от расчета над равнинной местностью. Но посадка в долине связана с некоторыми неудобствами, так как планер после полета придется поднимать на склон. Поэтому, когда на склоне имеется посадочная площадка, то почти всегда посадку производят не в долине, а на горе.

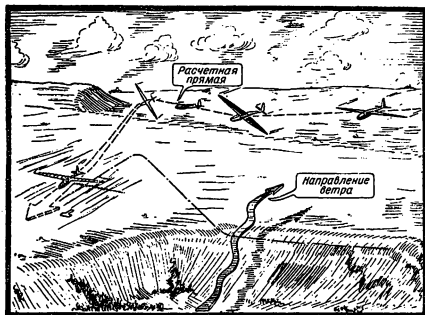


Рис. 100

В тех случаях, когда при слабом ветре, несмотря на все ваши усилия, набрать достаточную высоту над склоном не удалось и имеется всего несколько метров высоты, посадку на верху склона придется производить с боковым ветром. Однако, когда высота достаточна для захода на посадку к месту старта или в специально указанное место посадочной площадки на горе, то расчет на посадку производите с разворотом на 90° или на 180° .

Рис. 100. Расчет на посадку с разворотом на 90° выполняют следующим образом.

Двигаясь вдоль склона к месту посадки, заблаговременно и на определенном расстоянии от посадочного знака допустите снос планера на гору и летите со снижением над горой перпендикулярно к направлению посадки. При этом не допускайте излишнего сноса за гору в зону нисходящего потока: там вас может сильно «прижать» к склону (т. е. снизить) и вся высота будет потеряна.

Подходя к посадочной полосе, определите начало разворота в зависимости от силы ветра, но с таким расчетом, чтобы после разворота на 90° произвести посадку точно у посадочного знака.

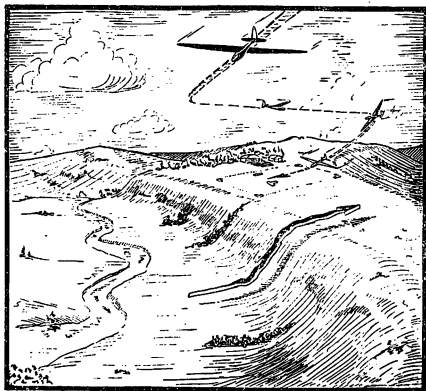


Рис. 101

Рис. 101. При расчете на посадку с разворотом на 180° не следует заблаговременно выходить из зоны восходящего потока, однако, немного не долетая до посадочной полосы, разворачивайте планер в сторону ветра и летите правее посадочных знаков, но в направлении, обратном направлению посадки. Пролетев посадочные знаки, уточняйте расчет в зависимости от высоты вашего полета и скорости ветра, после чего делайте разворот на 180° и производите посадку против ветра у посадочных знаков.

Так как расчет на посадку при парящих полетах над горой, как правило, производится в условиях достаточно свежего ветра и неиз-

бежной болтанки, несколько повышенная скорость планирования (на 10—15 км/час) никогда вам не помешает, но избавит вас от ряда неожиданностей на малой высоте.

11. ПОСАДКА

Посадка является завершающим этапом всякого полета. Насколько вы овладели техникой пилотирования, можно судить по вашим посадкам. Полет на планере в большинстве случаев происходит высоко, поэтому с земли заметны только очень грубые ошибки. Но когда вы будете производить посадку, все ваши недостатки будут хорошо видны. В то же время посадка является наиболее ответственным элементом полета, выполнение которого требует большого внимания, отработанных навыков и четкости действий.

Выполнение посадки начинается с высоты 30—40 м после того как вы начинаете определять высоту полета не по прибору указателя высоты, а на глаз. Здесь вы должны смотреть больше на землю в направлении точки выравнивания и внимательно наблюдать за приближением земли, непрерывно определяя степень уменьшения высоты. Кроме того, по направлению движения необходимо определить величину сноса планера ветром. Иногда бывает так, что направление и скорость ветра у земли отличаются от направления и скорости ветра на высоте, поэтому перед посадкой вам необходимо следить за этими изменениями.

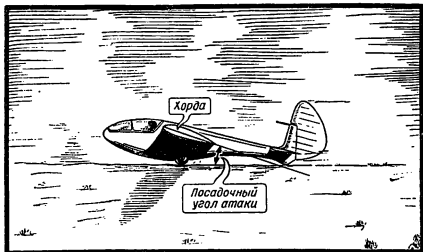


Рис. 102

Скорость полета перед посадкой всегда должна выдерживаться точно и в соответствии с силой ветра. При этом с увеличением силы ветра можно рекомендовать небольшое увеличение скорости.

Рис. 102. Приземление производится на самом большом летном угле атаки, который называется посадочным. Это угол, заключен-

ный между хордой крыла и плоскостью земли в момент приземления.

Полет на углах атаки больших, чем посадочный, то есть на критических и сверхкритических углах, опасен, так как при этом управляемость планера ухудшается и сам планер старается свалиться на какое-нибудь крыло.

Поэтому посадочный угол планера для безопасности ограничивается и всегда бывает на 2—3 градуса меньше критического.

Смысл пилотирования при посадке заключается в том, чтобы в момент приземления планер двигался на наименьшей скорости и с минимальным снижением. В процессе посадки поступательная скорость и угол планирования постепенно уменьшаются. Поэтому посадка относится к неустановившемуся режиму полета.

Для уменьшения угла встречи между планером и поверхностью земли в процессе посадки перед самым приземлением планер некоторое время летит даже горизонтально. Однако горизонтальный полет планера возможен только за счет постепенного уменьшения скорости полета, путем непрерывного увеличения угла атаки крыла. Более того, планер может даже набрать некоторую высоту, однако в этом случае скорость будет уменьшаться значительно быстрее и может быть потеряна до недопустимой величины, после чего планер упадет.

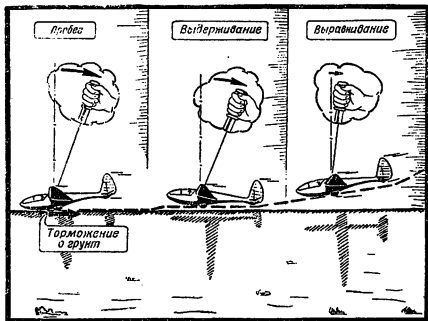


Рис. 103

Рис. 103. Нормальная посадка состоит из трех элементов: выравнивания, выдерживания и приземления с пробегом.

Для выработки твердых навыков выполнения хорошей посадки и всегда с постоянным профилем необходимо четко подразделять все три элемента и последовательно их выполнять. Впоследствии выполнение выравнивания, выдерживания и приземления вы будете производить как одно целое, но это только оттого, что вы уже привыкнете к посадке и будете выполнять ее без напряжения.

Вспомните, как вы когда-то учились читать. Вначале вы читали по складам и поэтому выработали правильное произношение. Теперь вы также читаете по складам, но это происходит быстро и незаметно для вас.

Выравнивание планера, или как говорят иначе — уменьшение угла планирования, начинается с высоты 1,5—2 м над землей. До этой высоты вы летели с постоянным углом планирования на установленной скорости. Для выполнения выравнивания вам необходимо небольшим движением ручки управления на себя несколько уменьшить угол планирования.

В этот момент скорость планирования начнет постепенно уменьшаться, а приближение планера к земле замедлится. Однако, как только скорость планирования уменьшится до определенной величины, приближение планера к земле станет заметным для вас и это потребует нового движения ручки управления на себя. По мере уменьшения скорости планирования и высоты над поверхностью земли, вам необходимо плавными и небольшими движениями ручки все больше и больше препятствовать снижению планера.

С высоты 0,3—0,5 м начинается выдерживание планера, которое заключается в том, чтобы плавным движением ручки управления на себя выдержать планер до возможного погашения скорости на высоте не более 0,2—0,3 м как бы не давая ему дальше снижаться и преждевременно приземлиться.

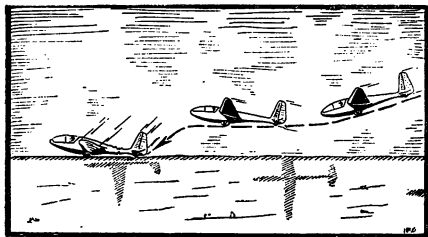


Рис. 104

Рис. 104. Нельзя выдерживать планер слишком высоко. Нельзя также излишним движением ручки на себя допускать возможное взмывание и увеличение высоты выдерживания. В том и другом случае планер может потерять скорость до приземления и посадка произойдет с «плюхом».

Движения рулем высоты должны ориентироваться не по положению ручки управления, а по положению планера относительно земли. Движение ручкой можно даже чуть-чуть задерживать, потом опять брать на себя, но планер на выдерживании должен, по мере возможности, некоторое время сохранять одинаковую высоту, примерно 0,2—0,3 м.

Если вы видели раньше, как садится планер, то, повидимому, больше любовались общей картиной посадки или смотрели на планериста. В следующий раз обратите внимание только на руль высоты и вы заметите, что даже у опытных планеристов он все время находится в движении, хотя на планере это и не отражается.

На выдерживании никогда не отклоняйте ручку управления от себя. Это всегда ухудшит положение.

Желание отклонить ручку от себя у вас может появиться для увеличения потерянной скорости. Однако, чтобы набрать скорость, нужна высота, которой у вас перед посадкой, конечно, нет. Поэтому планер успеет только опустить нос и может сильно удариться опущенным носом о землю.

Энергичное взятие ручки на себя в последний момент уже не поможет, так как нет скорости.

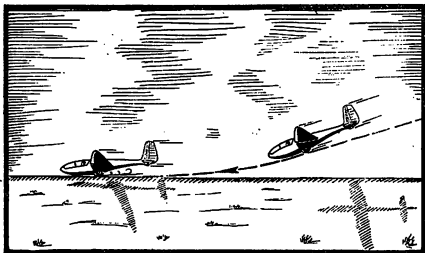


Рис. 105

Рис. 105. При слишком медленном выборе ручки на себя в процессе выдерживания может произойти преждевременное приземление на повышенной скорости. Такая посадка не считается пло-

хой и даже рекомендуется при полетах в сильный ветер. Однако в момент приземления при скоростной посадке не следует пытаться добирать ручку на себя, чтобы создать такое же положение планера, как и при нормальной посадке, так как может получиться так называемый «к о з е л».

В момент приземления на повышенной скорости «козел» может получиться от резких движений рулем высоты. В этом случае вам необходимо приостановить взмывание планера и снова производить посадку нормальным способом.

При нормальном выдерживании «козел» может получиться при резком взятии ручки на себя в момент приземления. Здесь немного можно помочь только энергичным добором ручки на себя, чем в момент следующего приземления можно уменьшить «плюх».

Иногда «козел» получается при посадке на неровную площадку. Нормальное приземление планера происходит на посадочном угле атаки и скорости, соответствующей этому углу.

Ручка управления в момент приземления должна быть выбрана на себя ровно настолько, сколько необходимо для достижения посадочного угла атаки.

Планеры, руль высоты которых при посадке отклоняется вверх не полностью (большой запас руля высоты), приземляются с недостаточной на себя ручкой.

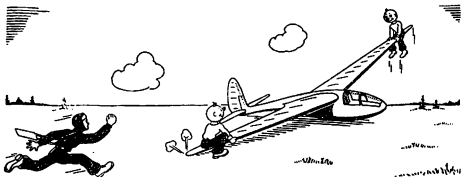
После приземления необходимо строго выдержать направление пробга и не допускать касания крылом о землю до полной остановки планера.

Посадка с боковым ветром производится в том случае, когда нет никакой возможности сесть против ветра. Для благополучной посадки с боковым ветром необходимо устранять снос планера, для чего нужно создавать небольшой крен в сторону ветра.

Для этого немного отклоните ручку в сторону, противоположную сносу, а педаль в сторону, противоположную крену (для устранения разворота планера), и следите за тем, чтобы планер снижался без сноса.

После остановки планера постарайтесь сразу же положить крыло, обращенное к ветру, на землю и удерживайте его в этом положении. Только после того, когда планер остановился и консоль крыла прочно лежит на земле, можете считать, что полет закончен.





Глава седьмая ПРОЧНОСТЬ ПЛАНЕРА

1. РАБОТА ЧАСТЕЙ ПЛАНЕРА

Силы, действующие на планер, не только создают возможность полета, но и нагружают его конструкцию. Сила тяжести нагружает планер сверху вниз. Аэродинамическая сила, наоборот, нагружает его снизу вверх.

Можно считать, что планер на земле и в полете всегда нагружен взаимно уравновешенными силами, так как действие одной силы обязательно вызывает одинаковое и прямо противоположное действие другой силы.

Рис. 106. Когда планер стоит на земле и своей силой тяжести давит на ее поверхность, то земля с такой же силой давит на планер. Поэтому посадочное колесо планера и амортизаторы лыжи сжимаются. Действие сил, сжимающих детали планера, называется **с ж а т и е м**.

Если вы начинаете поднимать планер, позабыв отвязать веревки, которыми он был привязан на стоянке, то кроме веса планера вам придется преодолеть и силу натяжения веревок.

Действие сил, при которых материал детали растягивается, называется **р а с т я ж е н и е м**.

Рис. 107. Вес планера складывается из веса его деталей и веса нагрузки, располагающихся на различном удалении от центра тяжести.

Сидение пилота установлено впереди центра тяжести; поэтому, когда вы садитесь в кабину, сила вашего веса будет стремиться опустить нос планера. Вес хвостового оперения, находящегося позади центра тяжести, наоборот, стремится опустить хвостовую часть планера.

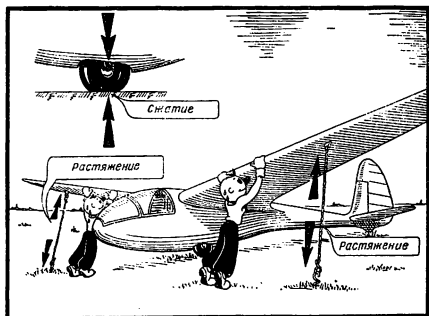


Рис. 106

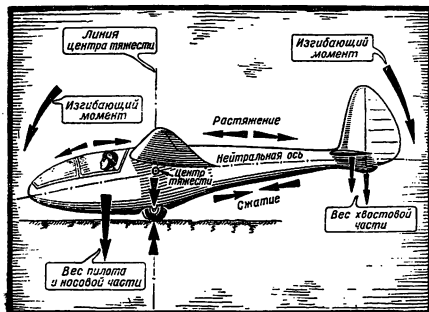


Рис. 107

Другие детали, расположенные впереди центра тяжести или позади него, одновременно будут стремиться опустить носовую или хвостовую часть планера. Таким образом, вес отдельных деталей и вес пилота стремятся изогнуть фюзеляж планера. Это действие сил называется изгибом. Момент действующих сил относительно некоторого сечения фюзеляжа называется изгибающим моментом в данном сечении.

При изгибе фюзеляжа возникает растяжение и сжатие.

Верхняя его часть будет растягиваться, а нижняя, наоборот, сжиматься.

Если вам вздумается сесть и отдохнуть на горизонтальном оперении, то сила вашего веса также создаст момент, но уже скручивающий фюзеляж и называемый крутящим моментом. Поэтому, если вы не хотите скрутить фюзеляж и этим сломать его, никогда не садитесь на оперение и не поднимайте планер, держась за стабилизатор.

На земле и в воздухе каждая деталь планера испытывает сжатие или растяжение, противодействует изгибающему или скручивающему моменту. Поэтому обеспечение достаточной прочности планера в первую очередь требует того, чтобы как можно точнее было определено, какого характера нагрузка действует на деталь планера и какова величина этой нагрузки.

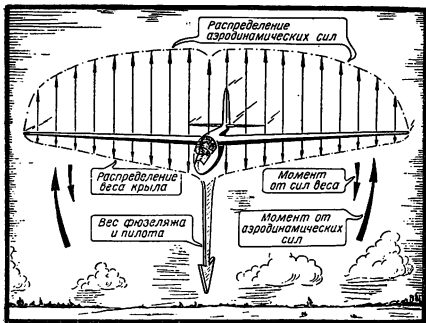


Рис. 108

Рис. 108. В полете вес деталей планера действует так же, как и на земле.

Вес деталей фюзеляжа изгибает его.

Правая и левая половины крыла под действием сил своего веса также испытывают изгиб.

Но опорой планера в воздухе является уже не земля, оказывающая противодействие силам веса в одной точке (посадочное колесо или лыжа), а воздух, или, другими словами, создаваемая крылом и распределенная по всей площади крыла аэродинамическая сила. Вот почему перед взлетом вы можете заметить, что концы крыльев прогибаются к земле под действием своего веса, а в полете прогиб вниз исчезает и, даже наоборот, крыло прогибается вверх. Происходит это потому, что аэродинамические силы не только уравновешивают вес правой и левой половины крыла, но еще и вес фюзеляжа с деталями и пилотом.

Фюзеляж располагается посередине крыла; аэродинамические силы создают изгибающие моменты, старающиеся согнуть крыло относительно фюзеляжа. Величина максимального изгибающего момента крыла зависит от аэродинамической нагрузки на половину крыла и плеча ее относительно фюзеляжа. Нагрузка на правое или левое полукрыло равняется половине веса всех деталей планера и пилота, кроме веса крыла, которое в расчет не берется, так как разгружает себя.

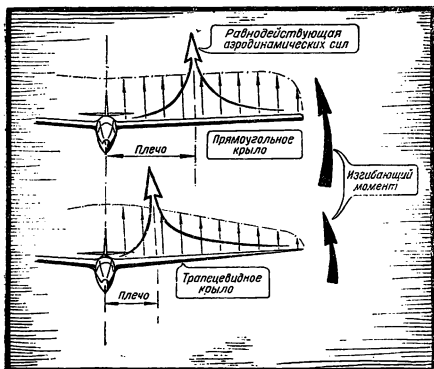


Рис. 109

Рис. 109. Положение равнодействующей изгибающей нагрузки зависит от распределения аэродинамических сил по полуразмаху крыла. У прямоугольного крыла аэродинамические силы распределяются почти равномерно по его размаху. Поэтому равнодействующая располагается примерно на середине полуразмаха. У трапецевидных крыльев аэродинамические силы распределяются пропорционально хордам сечений крыла и равнодействующая, как правило, располагается ближе к корневой части полукрыла.

Таким образом, при одинаковых площади и размахе крыла, плечо до равнодействующей аэродинамической силы будет меньше у трапецевидного крыла. Поэтому изгибающий момент также будет меньшим. Если же размах крыла увеличить, увеличив его удлинение, то увеличится и изгибающий момент.

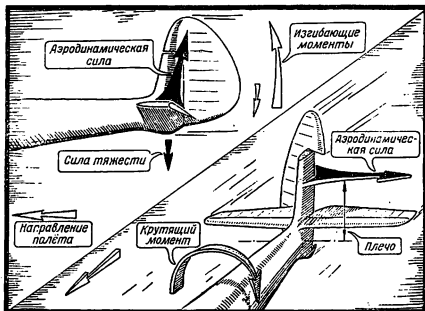


Рис. 110

Рис. 110. Изгибающие моменты, действующие на хвостовую часть фюзеляжа, возникают не только от сил веса, но и от аэродинамических сил горизонтального оперения.

При аэродинамических силах, опускающих хвост, изгибающий момент от сил веса догружает хвостовую часть фюзеляжа, а при силах, поднимающих хвост, разгружает хвостовую часть фюзеляжа. Поэтому отклонение ручки управления на себя создает больший изгибающий момент, чем такое же отклонение ручки от себя.

Отклонение руля вертикального оперения (руля поворотов) создает момент, скручивающий хвостовую часть фюзеляжа.

Величина крутящего момента равна произведению равнодействующей аэродинамической силы вертикального оперения на ее плечо от продольной оси фюзеляжа.

Аэродинамические силы, действующие на крыло, являются результатом пониженного давления на верхней поверхности крыла и повышенного на нижней.

Поэтому эти силы воспринимаются непосредственно воздухом непроницаемой обшивкой крыла. Обшивка верхней поверхности отрывается вверх от крыла, а обшивка нижней поверхности, наоборот, прижимается к нему. Обшивка прочно прикреплена к лонжеронам и нервюрам крыла, поэтому силы, действующие на обшивку, передаются на лонжероны непосредственно или через нервюры.

Если крыло имеет двухлонжеронную конструкцию, аэродинамические силы распределяются между передним и задним лонжеронами. При однолонжеронной конструкции крыла вся аэродинамическая сила воспринимается одним главным лонжероном.

Изгибающий момент этой силы также воспринимается лонжеронами.

По высоте лонжерона нагрузка от изгибающего момента распределяется неодинаково.

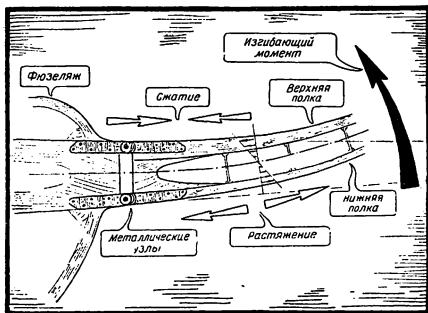


Рис. 111

Рис. 111. Верхняя часть лонжерона воспринимает сжатие, а нижняя — растяжение. Средняя часть лонжерона нагрузок почти не воспринимает и называется нейтральной осью. Вот почему лонжероны делаются с верхней и нижней полками, и с пустой сере-

диной. Воспринимая неодинаковые нагрузки, верхняя и нижняя полки лонжерона могут сдвинуться относительно друг друга, а чтобы этого не допустить, их соединяют по всей длине общей стенкой, работающей на сдвиг. Если лонжерон делают с одной стенкой, то такой лонжерон называется двутавровым. Если же полки лонжерона соединены двумя стенками по бокам, то лонжерон называют коробчатым. Лонжероны, которые вместо стенок имеют раскосы, называются ферменными.

На конце крыла изгибающий момент равен нулю и сечение лонжерона здесь самое маленькое. Но чем ближе к корневой части крыла, тем больше будет изгибающий момент и сечение лонжерона все больше увеличивается. Вот почему в корневой части крыла полки лонжерона толстые, а на конце тонкие.

Если крыло имеет подкосы, которые подкрепляют крыло снизу, то такая конструкция несколько разгружает корневую часть крыла и сечение полок лонжерона увеличивается только до места крепления подкоса.

Лонжерон крыла воспринимает изгибающий момент, действующий только вверх или вниз, перпендикулярно хорде крыла. Но аэродинамические силы воздушного сопротивления действуют не только вверх, но и частично назад. Это создает лобовую нагрузку и изгибающий момент, старающийся повернуть крыло назад относительно фюзеляжа. Особенно это чувствительно, когда планер на взлете или при посадке зацепит концом крыла о поверхность земли. Поэтому лонжерон крыла подкрепляют сзади или спереди добавочным косым лонжероном.

В двухлонжеронном крыле передний и задний лонжероны соединяют между собою раскосами или подкрепленной нервюрами обшивкой и этим образуют коробку лонжеронов, воспринимающую вертикальные и горизонтальные изгибающие моменты.

При изменении угла атаки крыла центр давления аэродинамической силы перемещается вперед или назад. Это создает крутящий момент, старающийся скрутить крыло. Если центр давления переместился вперед по хорде профиля, то возникает положительный крутящий момент, действующий на увеличение углов атаки. Если же центр давления переместился назад, то возникает отрицательный крутящий момент, стремящийся уменьшить углы атаки.

В двухлонжеронном крыле крутящий момент воспринимается также коробкой лонжеронов. При однолонжеронном крыле крутящий момент воспринимается трубой, образуемой обшивкой крыла, прочно соединенной с лонжероном.

Таким образом, крыло планера воспринимает не только изгибающие моменты, действующие вверх, вниз и назад, но и крутящие моменты, стремящиеся изменить установочный угол крыла относительно оси фюзеляжа.

Горизонтальное и вертикальное оперение планера представляют собою небольшие крылышки, поэтому нагружаются аэродинамическими силами примерно так же, как и крыло. На рулях горизон-

тального и вертикального оперения от действия аэродинамических сил возникают шарнирные моменты, действующие относительно шарниров, вокруг которых отклоняются рули. Эти моменты при помощи проводки управления передаются на ручку управления, или на педали. Шарнирные моменты воспринимаются вашей рукой и ногами и вы ощущаете их как давление на руку или ногу в момент отклонения рулей в какую-либо сторону. Усилия, которые вы можете приложить к ручке управления и педалям, создают также шарнирные моменты в оперении. В двухместном планере усилия на ручках и педалях увеличиваются вдвое, так как оба пилота могут отклонять рули каждый с силой своего веса в разные стороны. В практике таких случаев почти не бывает, но проводка управления должна выдерживать и такие нагрузки.

К деревянному лонжерону металлические узлы присоединяются при помощи стальных болтов, которые под нагрузкой могут смять древесину. Поэтому говорят, что дерево под болтами работает на смятие.

Металлические узлы соединяются между собой также при помощи стальных болтов, которые в узлах работают на срез. Ушки металлических узлов работают на разрыв в местах наименьшего сечения.

Независимо от своего характера, все нагрузки, действующие на каждую деталь планера, встречают одинаковое и прямо противоположное противодействие, называемое сопротивлением или реакцией материала. Способность каждой детали оказывать сопротивление зависит от качества материала, формы и размера детали, на которую действует нагрузка.

Качество материала определяется его удельной прочностью, т. е. предельной нагрузкой на единицу площади сечения.

Удельная прочность зависит также и от характера нагрузки. Так, например, древесина при растяжении выдерживает несколько большую нагрузку, чем при сжатии. Вот почему различные силовые детали планера в зависимости от характера нагрузок и прочности материала, из которого сделаны эти детали, имеют различную толщину и неодинаковую площадь поперечного сечения.

Все детали планера на земле и в полете испытывают воздействие различных сил. Величина этих сил зависит не только от веса планера, но и от инерционных сил, возникающих при резком торможении или ускорении полета, а также от скорости полета и положения планера относительно направления движения. При резком торможении или падении планера на землю инерционные силы как бы утяжеляют планер и изменяют направление действия силы тяжести. С увеличением скорости увеличиваются аэродинамические силы, действующие на планер, а изменение положения планера относительно направления движения изменяет еще и направление действия этих аэродинамических сил.

Изменение величины и направления сил, действующих на планер, происходит в неравномерном полете и создает так называемые перегрузки.

2. ПЕРЕГРУЗКИ ПЛАНЕРА

В прямолинейном полете при спокойном состоянии воздуха конструкция планера воспринимает нормальную нагрузку, равную его весу. Если же планер внезапно попадает в восходящий или нисходящий поток воздуха, то нагрузка на планер сразу же изменяется. Происходит это потому, что при попадании в движущуюся массу воздуха, из-за неожиданного изменения углов атаки крыла, аэродинамическая сила также изменится.

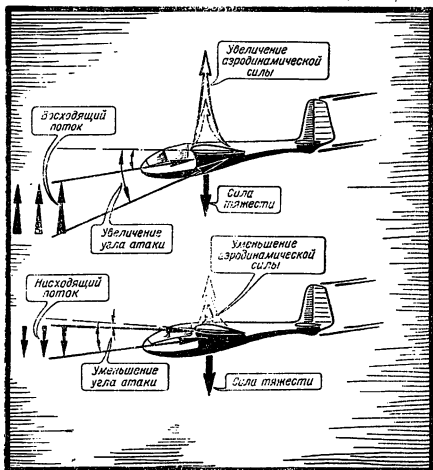


Рис. 112

Рис. 112. В том случае, когда планер попадает в восходящий поток воздуха, угол атаки крыла увеличивается, так как двигающийся вверх воздух встречается с планером под большим углом.

Увеличение угла атаки крыла ведет к немедленному увеличению аэродинамической силы, которая оказывается больше веса планера. Во-первых, это нарушает равновесие и создает силу, подбрасывающую планер вверх, а, во-вторых, создает перегрузку планера. Если при нормальной нагрузке аэродинамическая сила равна весу планера и перегрузка равна единице, то в данном случае перегрузка увеличится во столько раз, во сколько аэродинамическая сила стала больше веса планера. Такая перегрузка называется положительной и определяется отношением увеличенной аэродинамической силы к весу планера.

Когда планер неожиданно попадает в нисходящую массу воздуха, то происходит немедленное уменьшение угла атаки крыла, так как опускающийся воздух встречается с планером под меньшим углом. Уменьшение угла атаки крыла ведет к уменьшению аэродинамической силы, благодаря чему опять нарушается равновесие и планер проваливается вниз. При этом появляется отрицательная перегрузка, т. е. аэродинамическая сила стала меньше веса планера.

Однако во время полета в беспокойном воздухе положительные и отрицательные перегрузки продолжаются недолго и по своему характеру похожи на толчки. Происходит это потому, что попав в восходящий поток воздуха, планер подбрасывается вверх и после этого начинает подниматься вместе с воздухом, восстановив нарушенное равновесие.

Вспомните, как поднимаясь на лифте в вашем доме, в первый момент вы ощущали подъем, но потом, когда скорость становилась равномерной, подъем проходил для вас незаметно.

Также и на эскалаторе метро: в первый раз вам было трудно входить на движущуюся лестницу и сходить с нее, а во время подъема или снижения вы даже не ощущали движения.

Порывистый ветер также является причиной перегрузок планера. Если скорость встречного ветра вдруг увеличится, то это приведет к неожиданному увеличению аэродинамической силы и появлению положительной перегрузки. Если же скорость ветра уменьшится, то это приведет к уменьшению аэродинамической силы и появлению отрицательной перегрузки. При этом планер также бросает вверх или вниз, но попадание в восходящий поток воздуха после броска сопровождается дальнейшим подъемом планера вместе с массой воздуха, а при порывистом ветре вы будете ощущать только броски.

Перегрузки планера возникают не только при полетах в беспокойном воздухе, но и в криволинейном полете при различных положениях планера. На различных углах атаки крыла, от наибольшего положительного до наибольшего отрицательного, и в соответствии со скоростью полета планер может испытывать перегрузку от наибольшей положительной до наибольшей отрицательной. Положительные перегрузки в криволинейном полете возникают при отклонении ручки управления на себя и увеличении этим угла атаки крыла, так как при этом увеличивается аэродинамическая сила.

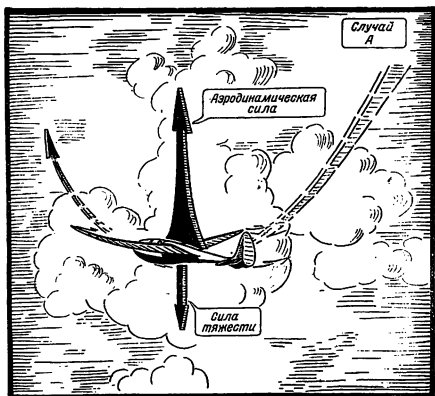


Рис. 113

Отклонение ручки управления от себя, наоборот, ведет к появлению отрицательной перегрузки.

Рис. 113. Наибольшая положительная перегрузка возникает на выводе планера из крутого планирования, когда энергичным отклонением ручки управления на себя вы увеличите угол атаки крыла до критического и от этого аэродинамическая сила увеличится до наибольшего своего значения. Такой случай полета называется случаем А. Случай А также соответствует полету в неспокойном воздухе, при попадании в восходящий поток. В этом случае полета, в зависимости от скорости полета аэродинамическая сила может быть в 7—8 раз больше веса планера.

При испытаниях планера ПАИ-5 на выводе из крутого планирования при скорости 220 км/час энергичным отклонением ручки управления на себя была получена перегрузка 8,24. Это значит, что при полетном весе планера 280 кг аэродинамическая сила увеличилась до 2308 кг. При такой перегрузке не только темнеет в глазах, но можно и потерять сознание. Однако на планерах большие перегрузки продолжаются недолго, так как сразу же после взятия ручки на себя планер начинает уменьшать скорость и уменьшает этим аэродинамическую силу.

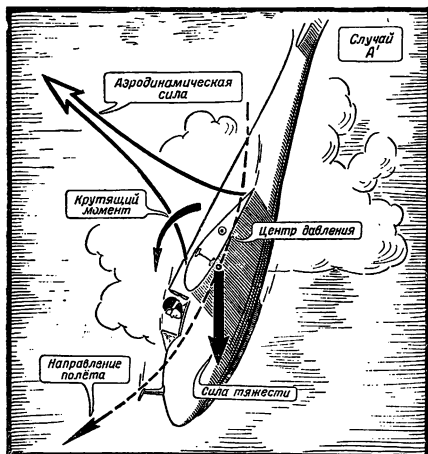


Рис. 114

Рис. 114. Увеличение угла атаки крыла на максимально допустимой скорости пикирования создает такую же перегрузку, как и при случае А. Однако, в связи с тем, что центр давления аэродинамической силы в этих условиях полета перемещается по хорде назад и располагается позади главного лонжерона, то кроме изгибающего момента появляется еще крутящий момент. Такой случай полета называется случаем — А' (А штрих).

Рис. 115. Наибольшая отрицательная перегрузка возникает на вводе планера в пикирование, когда энергичным отклонением ручки управления от себя вы уменьшаете угол атаки крыла до отрицательного значения. Такой случай полета называется случаем Д.

При отрицательном угле атаки аэродинамическая сила действует уже в обратном направлении и давит на крыло сверху вниз. Отрицательная перегрузка в этом случае полета может достигать 0,6 перегрузки от случая А, но действует она в обратную сторону.

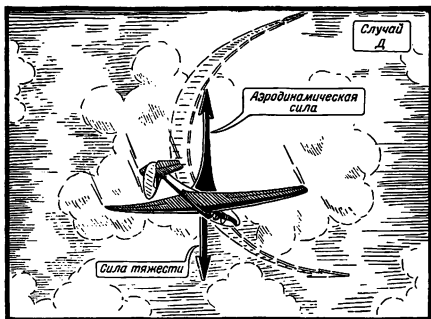


Рис. 115

Нагрузка на крыло в случае Д воспринимается также главным лонжероном, но изгибающий момент теперь уже сжимает нижнюю полку и растягивает верхнюю.

Отрицательные перегрузки планер испытывает и при выполнении пилотажа в перевернутом положении.

Небольшая величина отрицательной перегрузки в случае Д относительно случая А объясняется тем, что коэффициент подъемной силы на отрицательном угле атаки достигает значительно меньшей величины, чем на критическом положительном угле атаки. Однако планерист переносит отрицательные перегрузки труднее, так как человеческий организм почти не приспособлен к восприятию такого рода перегрузок. Кроме того положительные перегрузки вы воспринимаете, опираясь на сидение и его спинку сравнительно большой поверхностью тела, а отрицательную перегрузку придется ощущать, повиснув на привязных ремнях, которые сильно врезаются в тело.

Специально приспособленные для перевернутого полета планеры, имеющие симметричный профиль крыла, отличающийся одинаковым коэффициентом подъемной силы на положительных и отрицательных углах атаки, будут испытывать одинаковую положительную перегрузку при случае А и при случае Д. У таких планеров верхняя и нижняя полки лонжеронов имеют одинаковое сечение. Это делают для того, чтобы и верхняя и нижняя полка могли сжиматься одинаково.

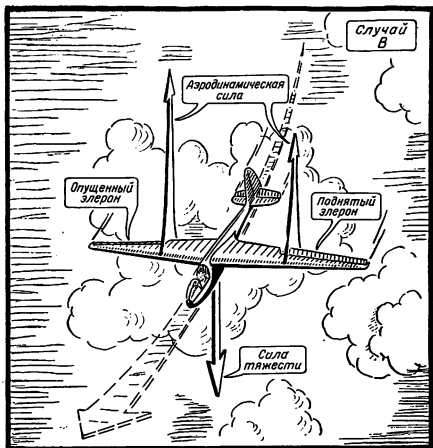


Рис. 116

Рис. 116. В криволинейном полете на пикировании при малых углах атаки с одновременным отклонением элеронов перегрузка не бывает очень большой и достигает также 0,6 от перегрузки для случая А. Однако равнодействующая аэродинамической силы в этом случае располагается позади главного лонжерона одного из крыльев, что создает кроме изгибающего момента еще и крутящий момент, стремящийся уменьшить углы атаки крыла. Такой случай полета называется случаем В.

В полете перегрузку в случае В испытывает обычно одно из крыльев, в зависимости от того, в какую сторону отклонена ручка управления. Но для расчета планера на прочность это не имеет значения, так как такая перегрузка может возникать попеременно на обоих крыльях. При выполнении переворотов через крыло на повышенных скоростях, боевых разворотов и других фигур, при которых отклоняются элероны, планер будет испытывать перегрузки, соответствующие случаю В.

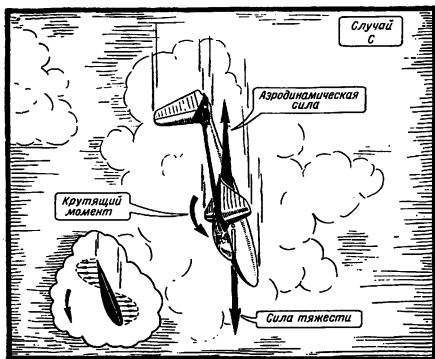


Рис. 117

Рис. 117. Если в отвесном пикировании углы атаки крыла настолько малы, что аэродинамическая сила действует только в обратном направлении относительно движения и подъемная сила отсутствует, то изгибающий момент в этом случае также отсутствует и остается только крутящий момент. Такой случай полета называется случаем С. При этом скорость полета может достигать наибольшей величины. Крутящий момент, действующий в этом случае, стремится еще больше уменьшить углы атаки.

Другие случаи перегрузки планера наблюдаются при грубой посадке. Такого рода перегрузки происходят не от увеличения аэродинамических сил, а от сил инерции при резком торможении. Перегрузки этого типа вам повседневно приходится ощущать на каждом шагу. Ощущение удара при падении или при столкновении с кем-либо в трамвае, когда водитель его резко затормозит, есть не что иное, как ощущение перегрузок.

При плавной посадке планера с постепенным уменьшением скорости перегрузка почти незаметна. Но когда планер встречается на земле препятствие и резко затормаживается, то все его детали испытывают перегрузку. Чем резче происходит торможение, тем больше перегрузка.

При всякой посадке планер в момент приземления «проваливается» вниз с возрастающей скоростью снижения. Обычно планер

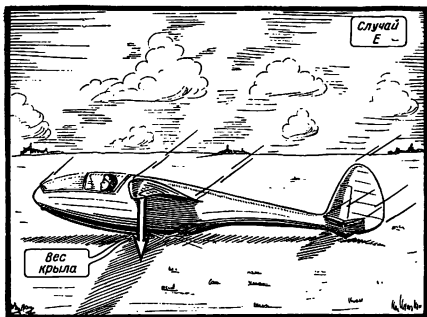


Рис. 118

«проваливается» с высоты 0,1—0,2 м и при небольшой еще скорости снижения.

Рис. 118. Когда же планер, потеряв скорость на некоторой высоте от земли, падает на ее поверхность, то крыло в этом случае нагружается силами инерции от собственного веса. Подъемная сила крыла уже почти отсутствует и перегрузка действует сверху вниз. Нагрузка при такой отрицательной перегрузке приложена в центре тяжести крыла и достигает 8—10-кратного увеличения его веса. Такой случай полета называется случаем Е. Изгибающий момент, действующий на крыло, так же как и в случае Д, старается опустить концы крыла. Иногда можно даже заметить как при грубой посадке концы крыла прогибаются почти до самой земли.

Рис. 119. При ударе концом крыла о землю появляется лобовая нагрузка на крыло. Этот случай полета называется случаем F.

В случаях механизированного запуска планеров в конце подъема возможно значительное превышение скорости полета и перегрузки могут достигать значительных величин. Наибольшая перегрузка каждого планера в буксировочном полете зависит не только от скорости, но и от удельной нагрузки на крыло, максимального коэффициента подъемной силы и веса одного квадратного метра площади крыла. Так, например, при скорости полета равной 70—75 км/час наибольшая перегрузка планера, имеющего удельную нагрузку на крыло до 15 кг/м², может превышать вес планера не

более, чем в четыре раза, а при удельной нагрузке на крыло, равной 20 кг/м^2 , не будет превышать даже трехкратного веса. Даже при скорости полета равной 90 км/час наибольшая перегрузка планера, имеющего удельную нагрузку на крыло до 20 кг/м^2 , не может быть получена больше четырехкратного полетного веса. Если же учесть, что прочность даже самого легкого планера рассчитана на 8-кратную перегрузку, то можно считать запуск планера при помощи механического старта достаточно безопасным.

Во всех указанных основных случаях полета нагрузки действуют не только на крыло, но и на все другие детали планера. Поэтому конструкция планера во всех своих частях должна быть равнопрочной и достаточно жесткой. Даже в том случае, когда самый маленький болтик в управлении или в другой детали конструкции окажется слабее, чем нужно, то его разрушение может привести к поломке всего планера.

Перегрузки, возникающие в полете, называются эксплуатационными перегрузками.

Для безопасности полетов прочность планера всегда обеспечивается с определенным запасом, определяемым коэффициентом безопасности. Коэффициент безопасности есть число, показывающее, во сколько раз большую перегрузку может выдержать планер относительно той, которая возникает в различных случаях полета.

Величина коэффициентов безопасности определяется в зависимости от эксплуатационных перегрузок, качества материалов, из ко-

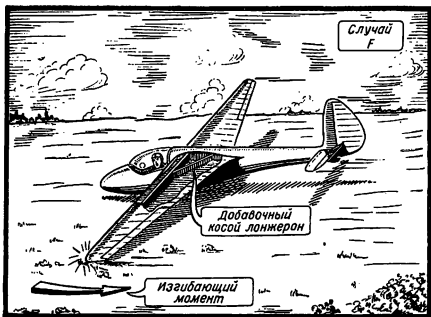


Рис. 119

торых изготавливается планер, и совершенства технологии производства.

Таким образом, при изготовлении планера его прочность рассчитывается на значительно большие перегрузки, чем те, которые могут возникнуть в полете. Перегрузки, на которые рассчитывается прочность планера, называются расчетными или разрушающими.

Расчетные перегрузки и нагрузки для всех основных случаев полета определяются по специальным нормам прочности в зависимости от назначения планера и способа запуска его в воздух.

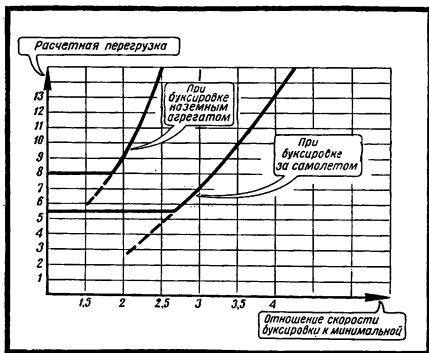


Рис. 120

Рис. 120. Для планеров первой группы, предназначенных для первоначального обучения, наибольшая перегрузка определяется по специальному графику в зависимости от отношения скорости буксировки к минимальной скорости планирования. При запуске планера амортизатором или механизированной лебедкой перегрузка не берется меньше 8-кратной.

Для планеров второй группы первого класса, предназначенных к парению в простых метеорологических условиях с максимально допустимой скоростью планирования не более 250 км/час, расчетная перегрузка для случая А определяется по этому же графику, но берется также не менее 8-кратной от полетного веса независимо от способа буксировки.

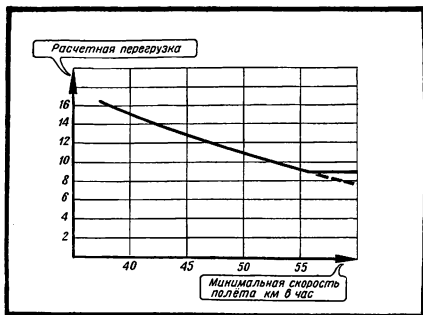


Рис. 121

Рис. 121. Для планеров второй группы второго класса, предназначенных для парения в сложных метеорологических условиях, для пилотажа на скоростях не более 140 км/час и для крутого планирования на максимальной допустимой скорости не более 250 км/час, расчетная перегрузка в случае А определяется по обоим графикам и берется наибольшее ее значение.

На втором графике расчетная перегрузка определяется в зависимости от минимальной скорости планирования с учетом действия механизации крыла¹. Для планеров третьей группы, предназначенных к выполнению всех фигур высшего пилотажа и парению в сложных метеорологических условиях, расчетная перегрузка в случае А выбирается также наибольшей из определяемых по обоим графикам, но не берется менее 13-кратной.

Все образцы новых планеров перед выпуском в воздух проходят статические испытания на прочность. Для этого специально изготавливают один экземпляр, обычно первый, который отличается от всех других только отсутствием съемного оборудования и отделкой внешней поверхности. Исключение составляют только планеры первой группы и планеры первого класса второй группы, когда изготавливают их в одном экземпляре, который предназначен для полетов. Статические испытания этих планеров производятся в сокра-

¹ Механизация крыла, т. е. закрылки и предкрылки, увеличивающие подъемную силу.

щенном объеме для специально изготовленных, отдельных узлов и агрегатов, так как нельзя же разрушать планер, предназначенный для полетов.

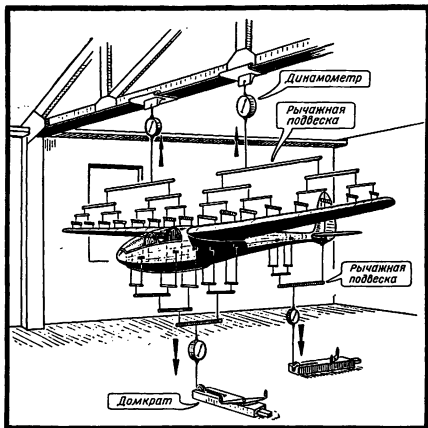


Рис. 122

Рис. 122. Для статических испытаний планер подвешивают на специальной рычажной подвеске за правое и левое крыло. Для этой цели к крылу, в соответствии с распределением аэродинамической нагрузки по размаху и хордам, приклеивают определенное количество брезентовых петель, к которым тросами прикрепляют прочные металлические рычаги. Плечи рычагов подобраны таким образом, чтобы главные тросы правого и левого крыла располагались именно в том месте, где должна быть приложена равнодействующая аэродинамической силы. К главным тросам присоединяют динамометры, показывающие величину нагрузок на правое и левое крыло. Снизу точки крепления тросов располагаются в соответствии с распределением центров тяжести различных деталей и полезной нагрузки планера. Рычажная подвеска нижней части, так же как и верхней, соединяет все точки крепления (пропорциональ-

но весу отдельных узлов) в одном главном тросе, расположенном в месте центра тяжести планера или в двух тросах, соответственно распределению веса.

К главному тросу нижней подвески присоединяют специальный домкрат, способный натягивать трос подвески планера с достаточной силой. Для контроля величины этой силы к главному тросу присоединяют динамометр. Вместо домкрата к главному тросу могут подвешиваться различные грузы в соответствии с необходимой нагрузкой.

Статические испытания заключаются в загрузении планера с последовательным и постепенным увеличением перегрузки.

Вначале производят так называемую «обтяжку» планера, подвергая его нагрузке, равной не более чем 67 процентов от расчетной. Это соответствует эксплуатационным перегрузкам. С этой нагрузкой планер испытывают на основные случаи полета. Для этого, в соответствии с приложением аэродинамических сил в каждом случае полета, изменяют систему верхней подвески.

После предварительной «обтяжки» планера, в конструкции не должно быть остаточных деформаций.

Дальнейшие испытания планера производятся с постепенным увеличением нагрузки вплоть до разрушения. Обычно испытание до разрушения ведется в соответствии со случаем А. Если планер разрушился при нагрузке, равной расчетной, то говорят, что он выдержал 100% нагрузки. В результате статических испытаний, определяется не только способность планера выдерживать перегрузки, но и величина прогибов различных деталей.

3. ВИБРАЦИИ ПЛАНЕРА

Силы, действующие на планер в полете, даже при определенной скорости планирования, непрерывно изменяются по величине. Аэродинамическая сила то немного уменьшается, то немного увеличивается, так как планер пролетает различные слои воздуха с непрерывно изменяющейся скоростью и направлением движения, а это вызывает небольшие колебания планера вверх и вниз, относительно общего направления движения. В спокойную погоду эти колебания планера почти незаметны и могут быть определены лишь по небольшим движениям концов крыла, да и то при внимательном наблюдении. В беспокойную погоду колебания планера вы будете ощущать в виде толчков. Кроме того, незаметные для вас движения ручкой управления также создают изменения углов атаки и аэродинамической силы даже при совершенно спокойном состоянии воздуха. Изменение сил, действующих на планер, ведет к изменению изгибающих моментов крыла, поэтому прогиб крыла непрерывно изменяется. Перегрузка планера при этом незначительна и мало заметна. Однако изменение внешних сил ведет к изменению и внутренних сил упругости конструкции, которые действуют в прямо противоположном направлении. Эти силы, как вам уже известно, являются внутренними силами сопротивления материала. Таким

образом, в полете непрерывно действуют силы, возбуждающие колебания крыла и силы, препятствующие этим колебаниям, называемые демпфирующими силами.

При нормальной скорости полета демпфирующие силы больше, чем возбуждающие. Поэтому колебания концов крыла не увеличиваются и имеют стремление к затуханию.

С увеличением скорости полета возбуждающие аэродинамические силы возрастают более интенсивно, чем демпфирующие силы, так как аэродинамические силы растут пропорционально квадрату скорости.

При определенной скорости планирования может наступить момент, когда возбуждающие силы окажутся больше, чем демпфирующие (препятствующие) силы, и благодаря этому колебания станут возрастать и перейдут в вибрацию крыла. Такие вибрации крыла с увеличивающейся амплитудой возникают на больших скоростях полета и называются флаттером.

Скорость полета, при которой возбуждающие силы равны демпфирующим (препятствующим) и колебания крыла не затухают, называется критической скоростью флаттера.

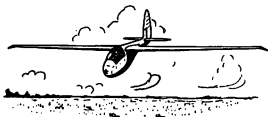
У планеров критическая скорость флаттера в большинстве случаев значительно превышает максимально допустимую скорость полета. Поэтому на планерах флаттер почти не наблюдается. Даже специальные летные испытания планера с целью определения критической скорости флаттера не дали желаемых результатов: планер, пилотируемый опытным планеристом С. Н. Анохиным, разломался раньше, чем его скорость планирования достигла критической скорости флаттера; в момент разрушения планера, пилота выбросило из кабины и он вынужден был воспользоваться парашютом.

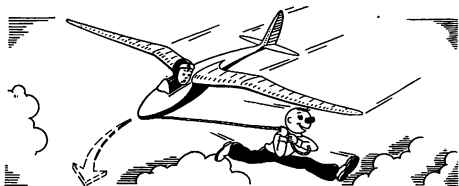
Возможность появления флаттера в большой степени зависит от жесткости крыла на кручение. Дело в том, что изменение углов атаки крыла в процессе колебаний влечет за собой перемещение центра давления аэродинамической силы вдоль хорды крыла. В том случае, когда увеличение угла атаки ведет к приближению центра давления к передней кромке, то это способствует увеличению крутящего момента относительно центра тяжести крыла.

При недостаточной жесткости крыло будет не только изгибаться, но окажется и немного закрученным, т. е. его угол атаки на конце увеличится дополнительно. В результате сила, возбуждающая колебания, возрастет и возможность появления флаттера окажется более вероятной.

Причины появления вибраций элеронов и хвостового оперения те же, что у крыла. Однако вибрация элерона может способствовать более быстрому развитию вибрации крыла. Происходит это потому, что элерон вибрирует относительно оси вращения и этим изменяет углы атаки и аэродинамическую силу крыла, способствуя увеличению возбуждающих сил. Во всех случаях появления вибрации крыла в первую очередь необходимо уменьшить скорость планирования.

Хвостовое оперение планера, особенно горизонтальное, подвержено и другому типу вибрации, называемому бафтингом. Эти вибрации чаще всего появляются на малых скоростях полета, когда на определенных углах атаки за крылом образуются сильные завихрения и хвостовое оперение находится в зоне волнообразного движения воздуха. В этом случае обтекание оперения будет происходить с переменными углами атаки и вызовет появление сил, возбуждающих колебания. Открытие воздушных тормозов или интерцепторов, находящихся близко от фюзеляжа, может также вызвать бафтинг хвостового оперения. Если сопряжение крыла с фюзеляжем не вызывает больших завихрений воздушного потока за крылом, или хвостовое оперение расположено вдали от завихренной зоны, то вероятность появления бафтинга значительно уменьшается. Вот почему горизонтальное оперение стараются по возможности не располагать ниже крыла, а воздушные тормоза и интерцепторы устанавливают подальше от фюзеляжа.





Глава восьмая КРИВОЛИНЕЙНЫЙ ПОЛЕТ

1. РАЗВОРОТЫ НА ПЛАНЕРЕ

В прямолинейных полетах с постоянной скоростью все силы, действующие на планер, взаимно уравновешены. Если же направление полета нужно изменить и заставить планер двигаться по кривой, то для этого в первую очередь необходимо прибавить еще одну, так называемую искривляющую (центростремительную) силу, действующую в направлении разворота. Поэтому в криволинейном полете силы, действующие на планер, не могут быть уравновешены.

Рис. 123. Когда вы едете на велосипеде, то для поворота в нужную сторону вы не только наклоняете свое тело, но и поворачиваете руль в ту же сторону. Сила вашего веса в этом случае будет не только прижимать вас к земле, но и удерживать от сваливания набок в противоположную развороту сторону. Повернутое переднее колесо велосипеда, двигаясь под углом к первоначальному направлению, создает искривляющую силу, которая и заставляет велосипед разворачиваться по кругу с каким-то определенным радиусом. Именно потому, что искривляющая сила действует значительно ниже центра тяжести вашего тела и велосипеда и ее поворачивающий момент стремится свалить велосипед в сторону, обратную развороту, вам приходится наклоняться и силой тяжести создавать противодействующий момент. Таким образом, при повороте велосипеда искривляющая сила создается поворотом колеса, а креном вы только сохраняете равновесие.

Попробуйте на развороте прекратить вращение педалей. Скорость движения уменьшится, а от этого равновесие нарушится, так как уменьшится искривляющая сила, и вы начнете падать в сторону

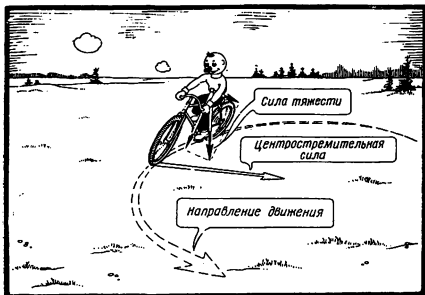


Рис. 123

поворота. Чтобы не упасть, вам необходимо или еще больше повернуть руль и этим увеличить искривляющую силу, или опять увеличить скорость.

Чтобы на планере повернуть в сторону, также необходимо сначала создать искривляющую силу. Эта сила обычно создается не рулем поворотов, несмотря на его такое название, так как отклонение этого руля поворачивает планер только вокруг своей вертикальной оси, не вызывая движения по кривой линии. Изменение положения планера под действием руля поворотов создает скольжение и планер начинает лететь боком. В полете действие руля поворотов легко заметить по изменению «обдувания» планера воздушным потоком с правой или левой стороны, а также по отклонению шарика указателя скольжения.

Необходимая искривляющая сила создается крылом планера. Для этого планерист должен создать крены в нужную сторону и этим наклонить аэродинамическую силу крыла в сторону разворота.

Рис. 124. Накренением планера вы создаете искривляющую силу, а значит нарушаете равновесие. Но для разворота на планере недостаточно создать крен. Необходимо еще увеличить аэродинамическую силу крыла. Это достигается увеличением угла атаки или увеличением скорости. Искривляющей силой является составляю-

щая часть наклоненной аэродинамической силы, которая при крене направлена в сторону разворота. Появление крена на развороте может привести к скольжению планера на крыло, поэтому в начале

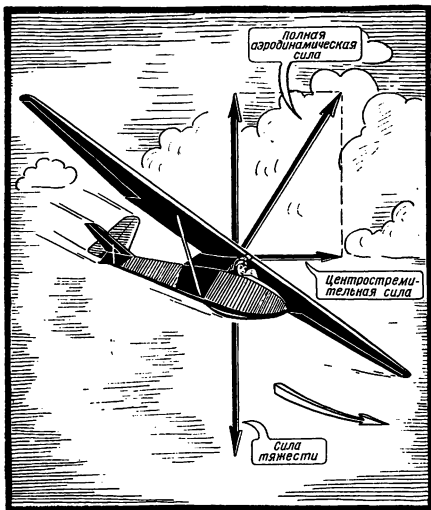


Рис. 124

разворота вы одновременно с креном отклоняете руль поворота, устраняете этим скольжение и планер движется по кривой.

Но планер летит не горизонтально, а по наклонной линии вниз; разворачиваясь с определенным радиусом, планер одновременно постепенно снижается, описывая спиральную кривую.

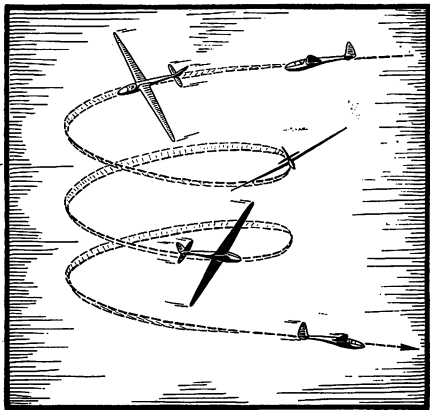


Рис. 125

Рис. 125. Разворот планера на 360° представляет собой один виток спирали. Радиус спирали зависит от величины центростремительной силы. Но величина центростремительной силы зависит от величины аэродинамической силы крыла и наклона ее равнодействующей в сторону поворота. Когда вы создаете крен и начинаете разворачиваться по спирали, то аэродинамическая сила, отклоняясь вместе с планером в сторону крена, уравнивает силу веса планера только своей составляющей частью, направленной вертикально вверх. Но сила веса осталась без изменений. Поэтому она может быть уравновешена частью только увеличенной аэродинамической силы. Для увеличения аэродинамической силы спирали выполняют на несколько большей скорости, чем в прямолинейном полете, или увеличивают угол атаки крыла. Отклоняя ручку управления на себя, вы переводите планер на большие углы атаки и этим увеличиваете аэродинамическую силу и ее части, действующие вертикально и в сторону поворота. Поэтому, когда на спирали вы берете ручку на себя, то можете этим уменьшить радиус спирали.

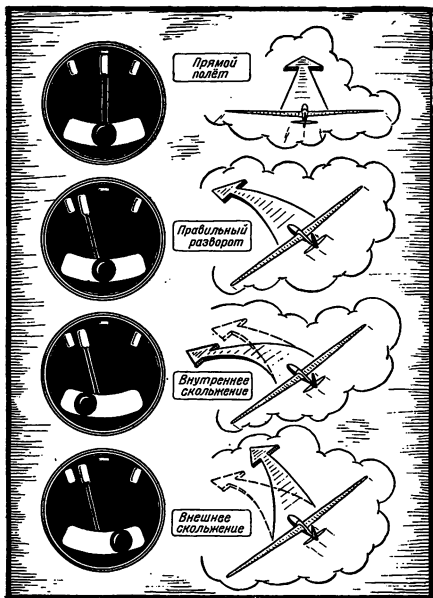


Рис. 126

Наименьший радиус спирали будет тогда, когда при определенном крене, взяв ручку на себя, вы увеличите аэродинамическую силу почти до максимальной. Для выполнения правильной спирали отклоните ручку управления в нужную сторону и одновременно отклоняйте педаль в сторону поворота. После установления необходимого крена немного поддержите его ручкой управления от дальнейшего увеличения и, в зависимости от положения шарика указателя скольжения, правильно установите педали ножного управления.

Рис. 126. Если шарик на указателе поворота и скольжения ушел в сторону крена, то это значит, что отклонение педали недостаточно и спираль выполняется с внутренним скольжением; поэтому необходимо увеличить отклонение педали в сторону поворота. Если же шарик ушел во внешнюю сторону крена, то это значит, что педаль отклонена излишне сильно и планер выполняет спираль с внешним скольжением; поэтому необходимо уменьшить отклонение руля направления.

После установления правильной спирали плавно возьмите ручку несколько на себя, но с таким расчетом, чтобы при увеличении вращения скорость полета по прибору не уменьшилась. Нельзя прерывать ручку на себя, так как это может привести к потере скорости и сваливанию на крыло. Выход из спирали необходимо начинать за 20—30 градусов до намеченного вами ориентира плавным отклонением ручки и педали ножного управления в обратную сторону.

При кренах более 45° , когда полет в спирали происходит на углах атаки, близких к критическому, устойчивость планера несколько ухудшается и он стремится опустить или поднять нос относительно линии горизонта. Эти повороты планера происходят не вокруг поперечной оси, как в обычном прямолинейном полете, а вокруг вертикальной оси и являются также скольжением на одно из крыльев. Если планер стремится опустить нос, — значит появилось внешнее скольжение и необходимо уменьшить отклонение педали. Если же нос планера стремится подняться относительно линии горизонта, то это значит, что появилось внутреннее скольжение и необходимо увеличить отклонение педали.

При внешнем скольжении на глубокой спирали планер увеличивает скорость полета по прибору, так как сильно возрастает сопротивление; при внутреннем скольжении, наоборот, планер уменьшает скорость полета и от этого может сильно «клонуть» носом. Поэтому планеристы в шутку говорят, что на глубоких спиралях они «закладывают» ручку управления за пояс и выдерживают скорость полета педалями ножного управления.

Внешнее и внутреннее скольжение на глубоких спиралях происходит от излишнего отклонения ручки управления на себя и перевода планера на сверхкритические углы атаки; поэтому отклонение ручки на себя должно соответствовать углу крена.

В парящем полете над равнинной местностью набор высоты почти всегда производится в спирали, и в течение нескольких

часов полета вам возможно придется выполнить до тысячи витков спирали. Поэтому спирали необходимо отрабатывать таким образом, чтобы они выполнялись вами так же легко, как и прямолетное планирование.

Никогда не допускайте на спирали излишнего отклонения педали ножного управления. В полете всегда старайтесь работать педалями меньше, чем ручкой, и это сделает ваш полет более ровным.

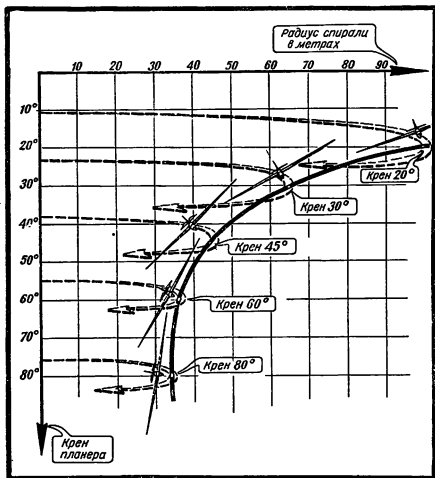


Рис. 127

Рис. 127. Спирали всегда выполняются с креном, который вы создаете ручкой управления. Величина крена влияет на радиус спирали. Мелкие спирали выполняются с креном до 45°; глубокие спирали — с креном более 45°. Чем больше крен, тем больше

и наклон аэродинамической силы, а соответственно, и величина ее составляющей части (центростремительной силы), действующей в сторону поворота. Но с увеличением наклона аэродинамической силы уменьшается другая ее часть, уравнивающая силу тяжести планера. В то же время величина аэродинамической силы ограничена критическим углом атаки. Поэтому при слишком большом крене равновесие может нарушиться и планер в спирали будет скользить.

Большое увеличение аэродинамической силы на глубоких спиралях вызывает увеличение сопротивления планера, что и является причиной излишнего снижения. Обычно крен увеличивают для уменьшения радиуса спирали, однако интенсивное уменьшение радиуса наблюдается только до крена в 45° , а при больших кренах радиус уменьшается медленнее. Поэтому выполнение спиралей с креном более 45° не является целесообразным.

Как видно из рисунка, увеличение крена с 20° до 30° уменьшает радиус спирали на 30—35 м, а увеличение крена до 45° , т. е. на 25° , уменьшает радиус спирали на 50—55 м. В то же время увеличение крена на спирали свыше 45° также на 25° даст уменьшение радиуса всего только на 10—12 м.

С увеличением крена свыше 45° снижение планера увеличивается наиболее интенсивно. Кроме того, слишком большое увеличение крена создает перегрузки, которые действуют продолжительное время и значительно утомляют пилота.

Иногда говорят, что на глубокой спирали происходит перемена рулей, хотя в действительности никакой перемены рулей быть не может, а изменяется только направление движения и положение планера относительно земной поверхности.

Как и в нормальном планировании, так и на глубокой спирали, руль высоты при отклонении ручки управления от себя или на себя изменяет углы атаки крыла. Но в спирали планер находится с креном и поэтому создается ошибочное впечатление о перемене рулей. Точно также и руль направления всегда поворачивает планер вокруг вертикальной оси. Но так как при глубокой спирали вертикальная ось планера сильно наклонена, то у вас создается впечатление, что руль направления начинает работать как руль высоты.

Правильно отрегулированный планер должен спиральить без внешнего и внутреннего скольжения при нейтральном положении руля направления.

2. ШТОПОР

Рис. 128. Быстрое снижение планера, при котором он быстро и своеобразно вращается, называется **штопором**. Штопор не является фигурой высшего пилотажа и его выполнение не дает никаких преимуществ. Более того, сорвавшись в штопор, планер иногда временно перестает слушаться рулей и при малой высоте полета это может оказаться опасным.

Ни при каких условиях вы не должны допускать самопроизвольного срыва планера в штопор. Планерист, который может по ошибке допустить срыв в произвольный штопор, не имеет права летать самостоятельно.

Нужно внимательно изучить сущность штопора, знать условия, при которых планер может перейти в штопор и уметь правильно выводить планер из него.

Когда планер находится в обычном полете, обтекание его воздушным потоком происходит симметрично. Это значит, что все части крыла движутся с одинаковой скоростью и одна его половина не отстает от другой. Фюзеляж движется прямо в направлении своей продольной оси.

Хвостовое оперение встречается с воздухом под такими углами атаки, которые обеспечивают образование аэродинамических сил, необходимых для управления полетом.

Рис. 129. Поведение планера при штопоре очень сложно и непохоже на все другие виды полета. Вращаясь вокруг оси штопора и описывая сильно вытянутую спиральную кривую, планер как бы вращается и вокруг своих продольной и вертикальной осей. При этом скорости движения и углы атаки правого и левого крыла неодинаковы, а обтекание планера воздушным потоком несимметрично.

Вращение планера вокруг вертикальной оси характеризуется непрекращающимся заносом хвоста в сторону. Вам это легко будет заметить по указателю скольжения, шарик которого отклоняется до упора в обратную сторону вращения планера и показывает сильное внешнее скольжение.

Вращение планера вокруг своей продольной оси, выражается непрерывным переворачиванием через крыло. Однако переворачивания на спину не происходит потому, что планер одновременно с этим вращается вокруг вертикальной оси, все время как бы выворачивается из перевернутого положения.

По своему характеру штопор может быть крутой и плоский. При крутом штопоре нос планера сильно опущен и угол между продольной осью фюзеляжа и горизонтом равен примерно 60° ; крутой штопор отличается большой скоростью снижения. Плоский штопор, наоборот, характеризуется небольшим наклоном продольной оси фюзеляжа к линии горизонта и несколько меньшим снижением. Угол наклона фюзеляжа к горизонту в плоском штопоре примерно равен 30° . Характер штопора зависит от соотношения угловых скоростей вращения вокруг вертикальной и продольной осей планера.

Если бы планер почти не вращался вокруг вертикальной оси, то штопор был бы наиболее крутым и планер с вертикально опущенным носом делал бы так называемые «бочки».

Если же, наоборот, планер вращается только вокруг вертикальной оси, то штопор будет наиболее плоским.

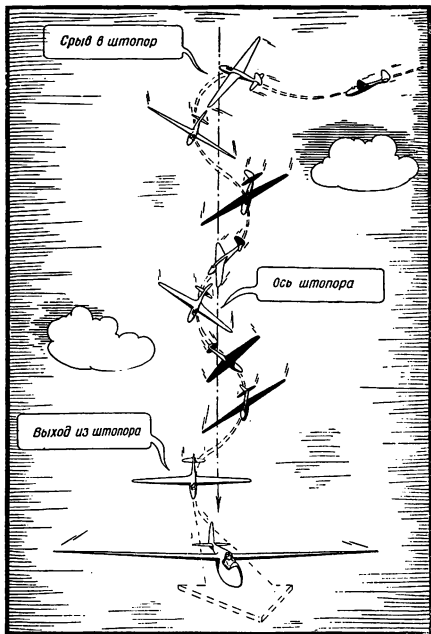


Рис. 128

Когда угловая скорость вращения вокруг вертикальной оси и вокруг продольной оси одинаковы, то угол наклона фюзеляжа к горизонту равен 45° . Более крутым штопор будет в том случае, когда угловая скорость вращения вокруг продольной оси больше, чем вокруг вертикальной. Когда же угловая скорость вращения вокруг вертикальной оси планера больше, чем вокруг продольной, то штопор будет более плоским. Если же соотношение угловых скоростей непостоянно, то и характер штопора будет неустановившимся, а угол наклона фюзеляжа переменным.

Вращение планера при штопоре происходит автоматически из-за несимметричного обтекания правого и левого крыла. Несимметричное обтекание может встречаться и в обычном планирующем полете и тогда это является одной из причин срыва планера в штопор. Полет со скольжением на крыло есть типичный пример несимметричного обтекания и некоторые планеры охотно срываются в штопор прямо со скольжения, но в обратную сторону. Дело заключается в том, что противоположное скольжению крыло оказывается в аэродинамической тени от фюзеляжа, поэтому при определенных условиях подъемная сила этого крыла резко уменьшается. Это ведет к неожиданному появлению большого крена в сторону, противоположную скольжению. Ручка управления в это время была уже отклонена в сторону и теперь устранить крен оказывается нечем. Кроме того, вертикальное оперение, особенно с неподвижным килем, при скольжении может оказаться под излишне большим углом атаки, отчего произойдет срыв потока на вертикальном оперении. Тогда отклонение ноги против скольжения становится вредным и хвостовая часть планера быстро повернется в сторону скольжения.

Таким образом, у планера одновременно создалось вращение вокруг продольной оси ввиду неожиданного появления крена и вращение вокруг вертикальной оси в ту же сторону из-за поворота хвоста. Это и есть уже начало штопора.

Чтобы не допустить перехода планера в штопор со скольжения, надо не только обладать хорошей техникой пилотирования, но и знать особенности планера, на котором вы летаете. Избежать перехода планера в штопор можно только в том случае, если еще не произошла потеря скорости и своевременным энергичным движением ручки управления от себя планер может быть переведен на нормальные углы атаки.

Несимметричное обтекание планера может произойти и от излишнего отклонения руля направления как в прямолинейном планировании, так и на развороте, так как при этом наступает занос хвоста. В этом случае происходит отставание одной половины крыла от другой, т. е. увеличение скорости полета одной половины крыла и уменьшение другой относительно скорости фюзеляжа. Неодинаковые скорости правой и левой частей крыла являются причиной и неодинаковой подъемной силы. В силу этого планер может резко накрениваться в сторону отстающего крыла и, если

полет производился на больших углах атаки, то появившееся несимметричное обтекание может в этом случае привести к срыву в штопор.

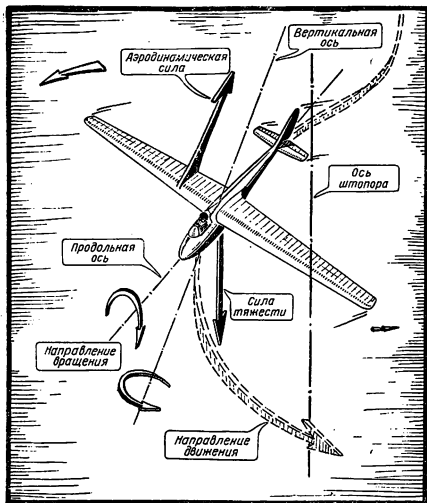


Рис. 129

Не все планеры одинаково реагируют на появившееся несимметричное обтекание. Многие из них не боятся аэродинамической тени от фюзеляжа ввиду большого размаха крыла. Другие планеры не особенно охотно реагируют на излишнее отклонение руля направления, эффективность которого недостаточна для создания опасного заноса хвоста, ведущего к срыву в штопор.

Поэтому главной причиной перехода планера в штопор является несимметричный срыв потока на критических углах атаки.

При увеличении угла атаки крыла подъемная сила достигает наибольшего своего значения при критическом угле. На углах атаки больше критического подъемная сила становится меньше. Происходит это потому, что на закритических углах атаки плавное обтекание нарушается и воздушный поток срывается с верхней поверхности крыла. Если срыв потока появляется одновременно на правом и левом крыле, то планер просто парашютирует или, опустив нос, переходит на меньшие углы. Если же срыв потока появляется на одном крыле раньше, чем на другом, т. е. срыв происходит несимметрично, то от этого подъемная сила того крыла, у которого срыв потока уже начался, окажется значительно меньшей, а это ведет к быстрому опусканию одного крыла и поднятию другого.

Рис. 130. Опускающаяся часть крыла,двигающаяся не только вперед, но уже и сверху вниз, окажется с еще большим углом атаки, а поднимающаяся — с меньшим (на такую же величину). Поэтому у опускающейся части срыв потока усилится и подъемная сила станет еще меньшей, а у поднимающейся части крыла наоборот срыв прекратится и подъемная сила возрастет. Появившийся момент вокруг продольной оси планера из-за несимметричного срыва станет достаточным для продолжения самостоятельного вращения и планер будет продолжать переворачиваться через крыло.

Изменение углов атаки вдоль размаха крыла изменяет не только подъемную силу, но и лобовое сопротивление. В результате этого лобовое сопротивление опускающейся части крыла увеличится, а поднимающейся части — уменьшится и планер, кроме вращения вокруг продольной оси, одновременно начнет вращаться и вокруг своей вертикальной оси, в сторону крыла с большим лобовым сопротивлением.

Скорость вращения планера вокруг продольной оси зависит от разницы подъемных сил правого и левого крыла, а скорость вращения вокруг вертикальной оси от разницы лобовых сопротивлений, т. е. от поворачивающих моментов вокруг продольной и вертикальной осей планера. Если моменты вокруг продольной оси больше, чем вокруг вертикальной оси, то и угловая скорость вращения вокруг продольной оси будет больше, а это значит, что штопор будет более крутым. Если же поворачивающие моменты вокруг вертикальной оси больше, то и угловая скорость вращения будет больше, чем вокруг продольной оси.

При вращении планера обтекание его воздушным потоком в штопоре несимметрично и в результате этого равнодействующая аэродинамической силы планера смещается в сторону крыла с большей подъемной силой.

Аэродинамическая сила в установившемся штопоре, как и всегда, уравнивает силу тяжести планера. Эта сила наклонена вперед и в сторону от вертикали и вместе с силой

тяжести составляет равнодействующую, которая стремится сдвинуть планер в сторону от вертикального падения. Но так как планер непрерывно вращается, то эта равнодействующая является той центростремительной силой, которая вращает планер вокруг вертикальной оси штопора.

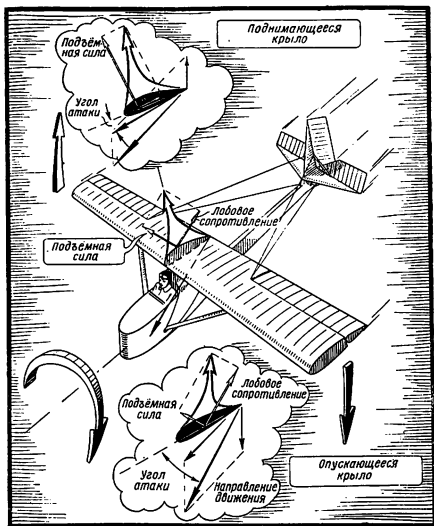


Рис. 130

Рис. 131. Планеры имеют, как правило, большую скорость вращения при штопоре, так как размах их крыльев всегда намного превышает длину фюзеляжа. Это обстоятельство определяет значительное изменение углов атаки правого и левого крыла и увеличи-

вает способность к самовращению. Кроме того, крыло планера почти всегда имеет толстый и тупоносый профиль. У толстого профиля на сверхкритических углах атаки подъемная сила уменьшается постепенно и сопровождается большим увеличением лобового сопротивления.

Поэтому крыло с толстым профилем способно к самовращению на большем диапазоне углов атаки, чем крыло с профилем тонким и остроносым, и не только из-за разницы в подъемной силе правого

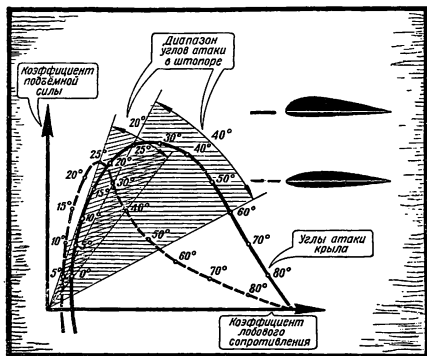


Рис. 131

и левого крыла, но также из-за большой разницы в лобовом сопротивлении. Если у планера с тонким крылом штопор возможен в диапазоне углов атаки 25—40°, то у планера с толстым крылом — в диапазоне 25—60 и более градусов.

Сравнивая два одинаковых планера, отличающихся только тем, что у одного из них профиль крыла тонкий и остроносый, а у другого толстый и тупоносый (или, как иначе говорят, высококонесущий), можно заметить следующее. Планер с тонким крылом будет легко входить в штопор. Характер штопора будет более крутым и более быстрым.

Планер с толстым крылом будет входить в штопор с трудом, однако, после перехода в штопор, может иметь стремление к плоскому штопору.

Аэродинамические силы, действующие на планер при штопоре, являются причиной самовращения и влияют на характер штопора. Действующие на планер силы инерции также влияют на характер штопора.

Если два совершенно одинаковых планера отличаются друг от друга только весом, то тяжелый планер будет входить в штопор менее «охотно», чем легкий. Но остановить вращение тяжелого планера и вывести его из штопора значительно труднее.

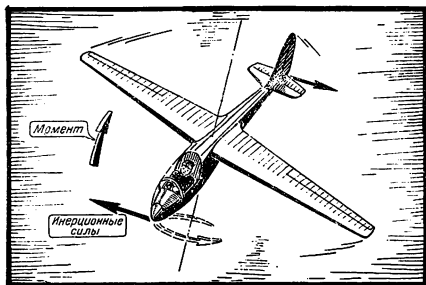


Рис. 132

Рис. 132. Распределение грузов по длине фюзеляжа планера способствует уменьшению угла наклона фюзеляжа при штопоре и переходу планера в плоский штопор. Самым большим и наиболее сосредоточенным грузом на планере является пилот, который располагается почти всегда впереди центра тяжести. Вес пилота составляет примерно одну треть часть от полетного веса планера, поэтому его расположение оказывает большое влияние на характер штопора. Те планеры, у которых пилот расположен далеко впереди центра тяжести, имеют большую способность к переходу в плоский штопор.

Центровка планера имеет большое значение для случая срыва планера в штопор, но мало влияет на характер штопора. Планер, имеющий заднюю центровку, для перехода на сверхкритические углы атаки требует меньшего отклонения ручки управления на себя, чем планер с передней центровкой.

Если центровка планера слишком передняя, то может не хватить даже полного отклонения ручки управления для создания

сверхкритических углов атаки и планер в штопор не войдет. Планер с передней центровкой при полном отклонении ручки управления на себя и полном отклонении педали в сторону штопора может свалиться на крыло, но потом опустит нос и, увеличивая скорость, перейдет в крутую спираль.

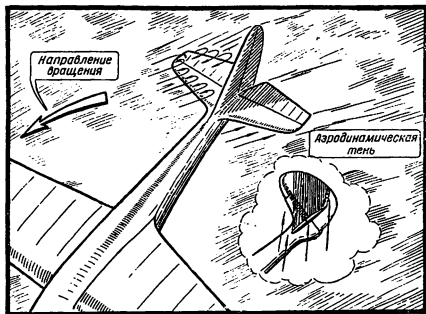


Рис. 133

Рис. 133. В установившемся штопоре действие рулей управления ухудшается благодаря небольшой скорости по траектории штопора и сильному вращению планера. Воздушный поток при штопоре обтекает горизонтальное и вертикальное оперение не так, как в нормальном полете, а под очень большим углом сбоку и снизу. От этого происходит срыв потока с оперения и уменьшение его эффективности. Кроме того, вертикальное оперение может находиться в аэродинамической тени от горизонтального оперения, что в свою очередь уменьшает эффективность его действия.

Эффективность действия всего хвостового оперения в большой степени зависит от характера штопора. При крутом штопоре углы встречи воздушного потока с вертикальным и горизонтальным оперением меньше, чем при плоском штопоре, поэтому и эффективность оперения в крутом штопоре больше.

Неправильное действие рулем поворотов является основной причиной перехода в штопор. Руль высоты при отклонении ручки на себя переводит планер на большие углы атаки и этим способствует появлению срыва воздушного потока. Руль направления

при отклонении одной из педалей создает занос хвоста в сторону и этим создает несимметричное обтекание.

Отклонение элеронов на больших углах атаки способствует появлению срыва потока на одном из крыльев. Если ручка управления отклонена в левую сторону, то на критических углах атаки это может привести к преждевременному срыву потока на правом крыле. Происходит это оттого, что опущенный элерон увеличивает угол атаки крыла, а поднятый элерон уменьшает его. Поэтому на правом крыле в той его части, где расположен элерон, угол атаки увеличится до сверхкритического, а на левом крыле уменьшится и станет меньше критического. Таким образом, планер свалится на крыло с опущенным элероном.

Однако действие элеронов не всегда одинаково. Если на планере установлены элероны дифференциального типа и вверх такие элероны отклоняются больше, чем вниз, то влияние их может значительно уменьшиться.

Действие элеронов в установившемся штопоре планера очень мало изучено, тем не менее известно, что отклонение их не только изменяет характер штопора, но и способно существенно помочь выходу планера из плоского штопора.

Размах крыла и плечо элеронов до центра тяжести планера значительно влияют на эффективность элеронов. Дело в том, что при большом размахе крыла изменение углов атаки правой и левой половины так велико, что в установившемся штопоре, даже в плоском, угол атаки на конце внешнего крыла значительно меньше критического. Так, например, в установившемся плоском штопоре, при котором угол атаки центральной части крыла равен $60-65^\circ$, на конце внутреннего опускающегося крыла этот угол увеличивается до $110-115^\circ$, а на конце внешнего поднимающегося крыла угол атаки уменьшается до $12-15^\circ$. В этом случае определенная часть внешнего крыла как бы находится в условиях нормального планирующего полета. Поэтому действие элерона, находящегося в этой части крыла, будет таким же, как и в обычном полете.

Рис. 134. Опущенный элерон будет увеличивать подъемную силу и лобовое сопротивление внешней половины крыла, а поднятый элерон, наоборот, будет уменьшать угол атаки и подъемную силу этой части крыла. Но так как увеличение подъемной силы внешней и поднимающейся половины крыла станет еще больше поднимать его, то вращение планера вокруг продольной оси усилится. Увеличение лобового сопротивления этого же крыла тормозит его и способствует уменьшению угловой скорости вращения относительно вертикальной оси планера. Одновременное увеличение вращения вокруг продольной оси и уменьшение вращения вокруг вертикальной оси увеличивает наклон фюзеляжа и переводит планер в более крутой штопор.

Другой элерон, находящийся на внутреннем опускающемся крыле, почти не влияет на характер штопора, так как, во-первых, скорость этого элерона меньше и конец его может даже двигаться назад, а, во-вторых, углы атаки этой части крыла настолько вели-

ки, что отклонение элерона вверх или даже вниз не может оказать существенного влияния.

Таким образом, отклонение ручки управления в сторону штопора способствует увеличению наклона фюзеляжа и делает штопор более крутым. Отклонение ручки управления против штопора наоборот может содействовать переходу к более плоскому штопору.

Воздушные тормоза, расположенные на нижней поверхности крыла, в открытом положении способствуют уменьшению угловой скорости вращения относительно вертикальной оси планера бла-

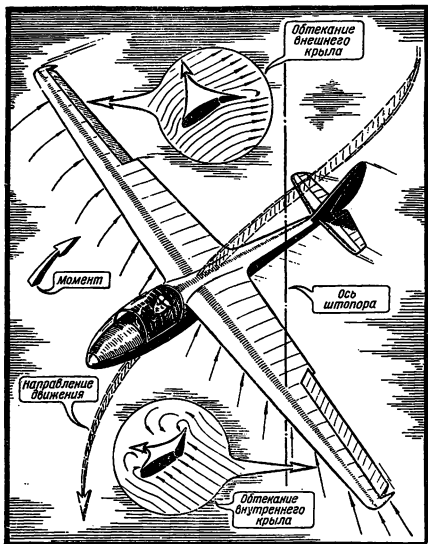


Рис. 134

годаря торможению внешней части крыла. Интерцепторы, расположенные по размаху крыла, также притормаживают внешнюю часть крыла, уменьшая угловую скорость вращения относительно вертикальной оси планера, и, благодаря действию интерцепторов, угол наклона фюзеляжа при штопоре может увеличиться.

Ввод планера в штопор может производиться с прямолинейного и криволинейного полета. Для ввода в штопор ручку управления отклоняйте на себя и постепенно уменьшайте скорость полета. В момент, когда скорость полета уменьшится до посадочной, энергично отклоняйте педаль ножного управления до отказа и одновременно с этим доберите ручку управления на себя полностью. Планер свалится на крыло и начнет вращаться в сторону отклоненной педали. Установившийся крутой штопор вы заметите по сильно опущенному носу планера и быстрому вращению вокруг продольной оси.

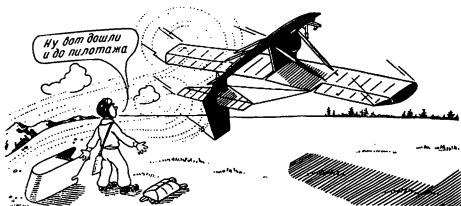
Вывод из крутого штопора производите энергичным отклонением педали против штопора до отказа. Вслед за педалью отклоните ручку управления от себя. После отклонения педали планер уменьшит скорость вращения, а после отклонения ручки управления от себя еще больше опустит нос, перейдет на меньшие углы атаки и выйдет из штопора. Некоторые планеры могут переходить из крутого штопора в плоский. Этот переход вы заметите по уменьшению наклона фюзеляжа; указатель скорости будет показывать очень маленькую величину. Нагрузки на ручке управления от руля высоты и на педалях от руля направления почти не будут ощущаться. Будет заметно только стремление ручки управления отклониться в сторону штопора. Вращение планера вокруг вертикальной оси усилится.

Вывод планера из плоского штопора производится не сразу, а путем перевода его из плоского в крутой штопор, и уже из крутого штопора планер выводят в нормальный полет.

Для перевода планера из плоского штопора в крутой смело отклоняйте ручку управления в сторону штопора, не отклоняя ее от себя и удерживая взятой к себе. Кроме того отклоните педаль против штопора до отказа и наблюдайте за поведением планера. Через полтора-два витка планер начнет как бы клевать в сторону опущенного крыла, после чего энергично увеличит вращение и будет стремиться перевернуться через крыло. Однако это не должно вас смущать, так как это означает усиление вращения вокруг продольной оси, что способствует опусканию носа планера и переходу в крутой штопор.

После того как вы заметите, что планер перешел в крутой штопор, отклоняйте ручку управления от себя и выводите планер в нормальный полет обычным методом, указанным выше.

Планер сваливается в штопор при неумелом управлении, но вывести его из штопора можно только умело.



Глава девятая

ФИГУРЫ ВЫСШЕГО ПИЛОТАЖА

Выполнение фигур высшего пилотажа имеет не только показательное значение, но и способствует развитию у летчика наиболее необходимых для него качеств, позволяет летчику совершенствовать технику пилотирования.

Выполнять фигуры высшего пилотажа на планере можно только на скоростях, значительно превышающих скорость нормального полета. Этих скоростей достигают, разгоняя планер на крутом планировании.

Как на велосипеде, предварительно разогнав его до определенной скорости, вы можете некоторое время двигаться по инерции, так и на планере, за счет инерции, полученной при разгоне, вы можете набирать некоторую высоту и переворачивать планер в воздухе.

Разгон планера производится не за счет дополнительной тяги, приложенной извне, а за счет силы тяжести и быстрой потери высоты. Поэтому при выполнении фигур высшего пилотажа снижение планера значительно увеличивается.

Выполнение фигур высшего пилотажа на планере требует точных и своевременных действий рулями управления с тем, чтобы правильно использовать набранную скорость. На любой фигуре скорость полета постепенно уменьшается. Но не следует допускать излишнего уменьшения поступательной скорости.

На фигурах высшего пилотажа планер находится в криволинейном движении, при котором появляются большие перегрузки.

Поэтому предназначенные для выполнения фигур высшего пилотажа планеры делаются с большим запасом прочности.

Прочность планера выше, чем «прочность» человеческого организма. Только при двенадцати-тринадцатикратной перегрузке планер разрушится, а у вас уже при шестикратной непродолжительной перегрузке потемнеет в глазах. При семивосьмикратной перегрузке, действующей 2—3 сек., вы на короткое время можете потерять сознание, после чего увидите перед глазами искры, которых раньше может быть никогда не видели. Дальнейшее увеличение перегрузки может привести к серьезным нарушениям в вашем организме. Поэтому на фигурах высшего пилотажа не следует слишком резко отклонять на себя ручку управления и этим создавать большие перегрузки. Как правило, если планер разрушается в воздухе, то причиной этому является или плохое качество изготовления деталей или частичное повреждение его деталей в период хранения и эксплуатации, но не превышение расчетных перегрузок.

Все планеры, даже одинакового типа, имеют свои особенности регулировки и поведения. При выполнении фигур высшего пилотажа это вносит в технику пилотирования определенные поправки, которые вам необходимо усвоить, прежде чем демонстрировать пилотаж.

1. ПЕТЛЯ НЕСТЕРОВА

Одной из наиболее простых фигур высшего пилотажа является петля Нестерова. На самолете эта фигура впервые была выполнена замечательным русским летчиком П. Н. Нестеровым в 1913 году. На планере петля впервые была выполнена известным русским планеристом и летчиком В. А. Степаненком в 1930 году.

Рис. 135. При выполнении петли Нестерова планер делает полный оборот в вертикальной плоскости и переворачивается вокруг своей поперечной оси. Петля относится к неустановившемуся режиму криволинейного полета, так как в процессе ее выполнения изменяется скорость полета.

Для выполнения этой фигуры при помощи крутого планирования увеличивают скорость полета в полтора-два раза относительно наивыгоднейшей. После этого плавным движением ручки управления на себя планер вводят в петлю. Благодаря увеличению угла атаки крыла на вводе возрастает аэродинамическая сила, которая и является центробежной силой, искривляющей траекторию полета вверх.

Но как только планер начинает двигаться вверх, скорость полета уменьшается. Поэтому ручку управления в первой половине петли продолжают отклонять на себя и этим сохраняют величину аэродинамической силы. Когда планер находится в вертикальном положении (носом вверх), то сила веса, действующая вниз, вместе с силой лобового сопротивления наиболее сильно тормозит движение планера. В верхней точке петли сила тяжести планера действует в том же направлении, что и подъемная сила, искривляя траекторию полета вниз.

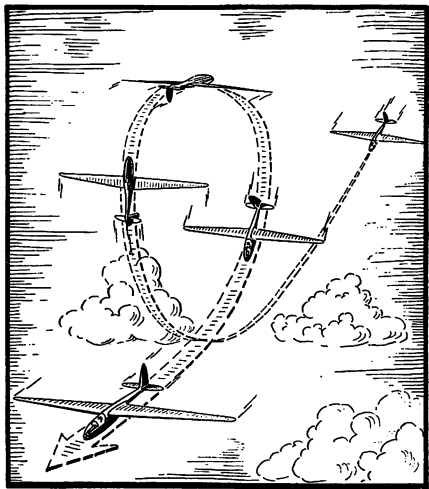


Рис. 135

Сила лобового сопротивления в этом положении планера еще не уравновешена, поэтому планер продолжает уменьшать поступательную скорость.

После пролета верхней точки петли сила тяжести планера все больше и больше действует в сторону направления движения, так как планер уже начинает снижаться, хотя находится еще в перевернутом положении. Поэтому поступательная скорость постепенно увеличивается. В вертикальном положении планера (носом вниз) сила тяжести значительно превышает силу лобового сопротивления. Скорость полета в этом положении петли быстро нарастает. Подъемная сила в этом случае, так же как и во всех других положениях планера на петле, является центростремительной силой.

В этот момент ручку управления немного отдают от себя с тем, чтобы на крутом планировании набрать необходимую скорость для выполнения следующей фигуры или повторения петли.

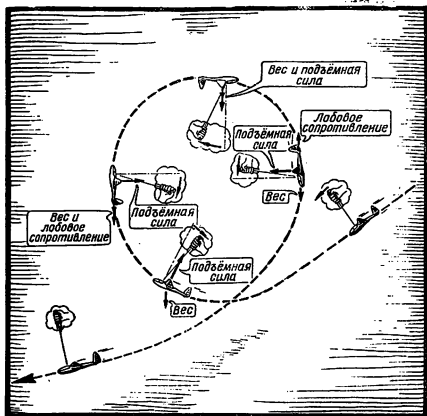


Рис. 136

Рис. 136. Для набора необходимой скорости плавным движением ручки от себя переведите планер в крутое планирование с углом $30-40^\circ$ к линии горизонта.

После того, как стрелка указателя скорости станет приближаться к заданной скорости, плавным, но ускоряющимся движением ручки на себя вводите планер в петлю. Темп выбора ручки на себя должен быть таким, чтобы к подходу планера в верхнюю точку ручка была бы уже выбрана полностью. Но не следует выбирать ручку управления слишком быстро. При правильном отклонении ручки вы должны ощущать перегрузку, но не слишком большую.

Одновременно с выполнением фигуры не забывайте о кренах, которых вы не должны допускать так же, как и во всех других случаях.

После того, как линия горизонта уйдет из поля зрения и вы перестанете видеть землю, не пытайтесь заирать голову назад и стараться поскорее ее увидеть. Земля появится, когда вы окажетесь в перевернутом положении. Не вздумайте также при слишком большом уменьшении скорости в верхней точке отклонять ручку управления от себя, как это делается в обычном полете. Наоборот, прижмите ее как можно сильнее к себе и через две-три секунды сами заметите, как это полезно.

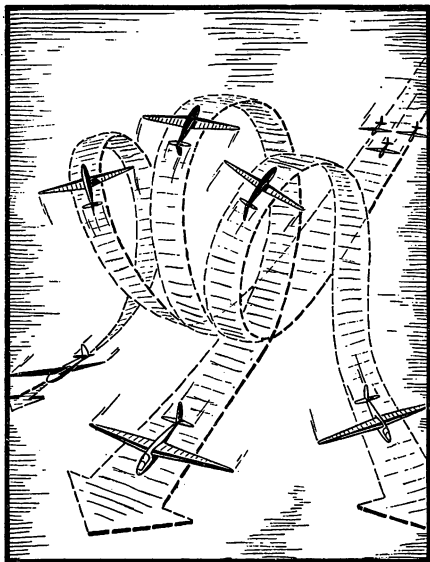


Рис. 137

Только после того, как вы увидите, что планер находится в отвесном пикировании, плавно отклоняйте ручку. При подходе к нормальному углу планирования установите ручку в нейтральное положение и продолжайте полет.

При выполнении серии петель — одна за другой, на выходе из отвесного положения отклоняйте ручку управления несколько от себя, чтобы набрать скорость на следующую петлю.

Выполнение петли лучше всего производить против ветра или по ветру, чтобы снос планера не создавал у вас впечатления неправильного выполнения фигуры. Очень полезно наметить впереди хорошо заметный ориентир, по которому легко сохранять направление полета при выводе планера из фигуры.

При выполнении петли Нестерова, от начала разгона скорости до выхода из фигуры, планер теряет 80—100 м высоты. Наибольшая перегрузка на петле наблюдается в момент вывода планера из крутого планирования после набора необходимой скорости, т. е. в начале выполнения фигуры, и равна, примерно, четырех-пятикратному увеличению веса. В верхнем положении планера перегрузка отсутствует. Более того, при недостаточной скорости или при недостаточном отклонении ручки управления на себя в верхней точке петли планер может «зависнуть» и получить даже небольшую отрицательную перегрузку. В этом случае, находясь в положении вниз головой, вы сразу же повиснете на ремнях. Если же вы не были привязаны, то можете вывалиться из кабины.

Поэтому перед полетом никогда не забывайте о привязных ремнях.

Рис. 137. Когда выполняется несколько петель подряд, очень красиво делать их с небольшим креном и тогда получится горизонтальная спираль. Если три планера делают петлю звеном, то при наблюдении с земли эта фигура эффектно выглядит в том случае, когда правый планер делает петлю с правым креном, а левый планер с левым креном и планеры расходятся на петле своеобразным «букетом».

2. БОЕВОЙ РАЗВОРОТ

Боевой разворот применяется военными летчиками при встречах с противником для быстрого поворота на 180° и подъема на большую высоту, чтобы занять более выгодную позицию.

На планере боевой разворот не дает набора высоты относительно той, которую вы имели до выполнения фигуры, так как для набора скорости вы потеряете больше высоты, чем потом наберете. Но эта фигура имеет большое значение при отработке техники пилотирования и обучения правильному сочетанию величины крена с положением планера и скоростью полета.

Рис. 138. Боевой разворот является неустановившимся криволинейным полетом. При выполнении этой фигуры скорость полета, угол подъема на высоту и крен постепенно изменяются.

Выполнение боевого разворота начинается на скорости крутого планирования, превышающей в полтора-два раза наивыгоднейшую скорость. За счет этого избытка скорости производится набор высоты и одновременный разворот на 180° . В конце фигуры скорость полета должна уменьшиться до экономической.

Угол подъема планера в начале выполнения этой фигуры самый большой, но по мере разворота угол подъема постепенно умень-

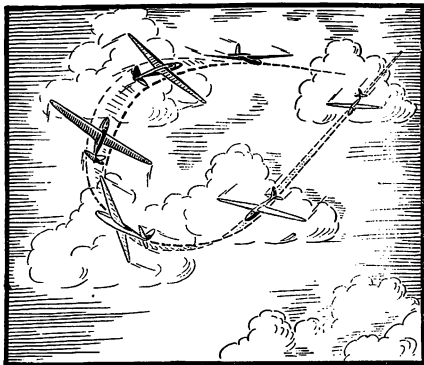


Рис. 138

шается и перед выходом из фигуры переходит в угол планирования. Крен планера в первой половине выполнения боевого разворота постепенно увеличивается примерно до 60° , а во второй половине постепенно уменьшается.

Для выполнения боевого разворота вначале разгоните планер до необходимой скорости и после этого плавным движением ручки управления на себя и в сторону разворота вводите планер в фигуру. Одновременно отклоните педаль в сторону разворота. Планер перейдет на подъем и одновременно начнет разворачиваться с увеличивающимся креном. Поэтому после разворота на $70-80^\circ$ необходимо отклонением ручки управления несколько от себя и в сторону, обратную крену, не давая планеру возможности увеличивать крен

больше, чем на 60° , и перейти в перевернутое положение. В это же время, отклонением педали в сторону, противоположную развороту, помогайте выходу планера из крена.

Таким образом, в первой половине фигуры вы отклоняете рули на ввод, а во второй половине фигуры — на вывод.

Боевой разворот по технике пилотирования является одной из наиболее трудных фигур. Выполняя другие фигуры (например, петлю Нестерова) планер вращается вокруг только одной — поперечной оси. При выполнении боевого разворота, планер одновременно вращается вокруг продольной, поперечной и вертикальной осей. Кроме того, в начале выполнения этой фигуры, вращение планера вокруг продольной оси происходит в одном направлении, в сторону увеличения крена, а во второй половине фигуры, наоборот, в сторону уменьшения крена. Вокруг поперечной оси планер вращается также неравномерно. В первой половине фигуры происходит увеличение угла атаки до критического, а потом, во второй половине фигуры происходит его уменьшение. В результате указанных особенностей, поворот планера на боевом развороте происходит в наклонной плоскости к линии горизонта.

Главная трудность выполнения боевого разворота заключается в том, что вам необходимо выбрать темп отклонения рулей на ввод и вывод, в зависимости от скорости полета и положения планера. Если вы в начале фигуры слишком много возьмете ручку на себя и недостаточно в сторону крена, то в этом случае может произойти излишний набор высоты без необходимого разворота. Планер может потерять скорость и свалиться на крыло. Если же, наоборот, крен получится большим, чем угол набора, то планер быстрее развернется, но не наберет необходимой высоты.

Правильное выполнение боевого разворота будет являться серьезным доказательством того, что вы хорошо изучили особенности планера и овладели техникой пилотирования.

Перегрузка на боевом развороте, так же как и при петле, зависит от начальной скорости и величины отклонения ручки управления на себя. Однако время действия перегрузки при выполнении боевого разворота увеличивается до 5—6 сек., в то время как при петле перегрузка продолжается не более 2—3 сек. При правильном отклонении рулей на фигуре перегрузка обычно не превышает трехкратного увеличения веса.

3. ПЕРЕВОРОТЫ ЧЕРЕЗ КРЫЛО

Повороты планера вокруг продольной оси называются **переворотами через крыло**. В практике пилотирования полетов различают **одинарные** и **двойные** перевороты.

Если планер переворачивается только на 180° , то такой переворот называется **одинарным**. Название фигуры «переворот через крыло» неточно определяет ее характер, так как планер при этом не только переворачивается через крыло, но и меняет направление полета на 180° и при переходе из перевернутого поло-

жения в пикирование набирает скорость. Когда же планер переворачивается через крыло два раза и оказывается в таком же положении, как и до выполнения фигуры, то такой переворот называется двойным, или бочкой.

Одинарные перевороты применяются военными летчиками в воздушном бою для быстрого набора скорости и изменения направления полета на 180° .

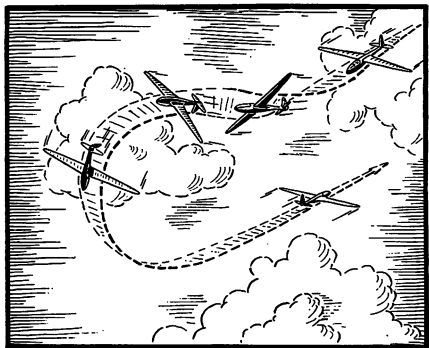


Рис. 139

По способу выполнения перевороты через крыло делятся на неуправляемые и управляемые. Неуправляемые или, как их иначе называют, штопорные перевороты через крыло выполняют на тех планерах, у которых на определенных углах атаки быстро появляется срыв потока на концах крыла. Штопорные перевороты обычно выполняют без отклонения ручки управления в сторону. При выполнении неуправляемых переворотов используется способность крыла к самовращению, как на штопоре. Поэтому, если вы будете делать неуправляемые перевороты через крыло, то для этого нужно будет выполнить только ввод и вывод, а вращаться планер будет самостоятельно. Замедленные или управляемые перевороты через крыло выполняются при помощи отклонения элеронов. В этом случае вы имеете возможность регу-

лизовать скорость вращения планера и выполнить любое количество оборотов вокруг продольной оси по своему усмотрению. Если на штопорном перевороте планер сразу переводится на критические углы атаки и быстро теряет скорость, то управляемые перевороты выполняются на летных углах и количество витков зависит только от вашей выносливости и желания.

Рис. 139. Для ввода планера в переворот плавным отклонением ручки управления на себя установите планер в горизонтальном положении или с углом подъема $10\text{--}15^\circ$ по отношению к линии горизонта. После этого энергичным движением ручки на себя до отказа, переводите планер на большие углы атаки. Одновременно отклоните педаль в сторону переворота, также до отказа, и планер начнет энергично вращаться в сторону отклоненной педали. Происходит это потому, что отклонением руля направления на больших углах атаки вы создаете быстрый поворот планера вокруг вертикальной оси. От этого на одном крыле скорость резко увеличивается, а на другом уменьшается. Разница в скоростях правого и левого крыла определяет разницу в аэродинамических силах и стремлении планера к самовращению. Когда планер перевернется через крыло больше, чем на 90° , отклонением обратной педали прекратите вращение планера вокруг вертикальной оси, а в перевернутом положении установите педали нейтрально, и планер, благодаря тому, что ручка взята на себя, перейдет на нос, как при петле.

Не следует педали отклонять в обратную сторону слишком рано. Недостаточно раскрутившись, планер прекратит вращение и перейдет в пикирование с креном. От этого выход из фигуры произойдет не в направлении на ориентир, а в сторону от него. Если же вы слишком поздно отклоните педаль в обратную сторону, то планер, слишком раскрутившись, может потерять скорость и свалиться в штопор.

Выполнение управляемого переворота через крыло производите после увеличения скорости на $15\text{--}20$ км относительно наивыгоднейшей.

В этом случае ручку управления брать на себя не следует, а необходимо плавно отклонять в сторону переворота. Одновременно в эту же сторону отклоняйте и педаль. Величина отклонения ручки и педали здесь зависит уже от желаемой скорости переворота.

В процессе переворота планера и достижения крена $60\text{--}80^\circ$, ручку управления необходимо отклонить от себя настолько, чтобы не дать планеру преждевременно опустить нос. Педали ножного управления в процессе переворачивания отклоняются в зависимости от стремления планера развернуться относительно вертикальной оси.

При подходе к перевернутому положению ручку управления возвратите в нейтральное положение и зафиксируйте положение планера на спине. Педали в перевернутом положении установите нейтрально.

Для вывода планера из переворота плавно возьмите ручку на себя до отказа и потом действуйте, как при петле.

Перегрузки, действующие на планер при штопорном перевороте через крыло, ввиду быстрого увеличения угла атаки достигают 3—4-кратной величины. При управляемом, замедленном перевороте перегрузки меньше и редко превышают двух-трехкратное увеличение веса. Однако на выходе из переворота перегрузки могут достигать такой же величины, как и на выходе из пикирования.

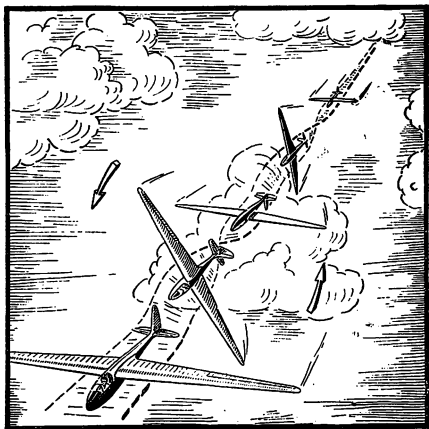


Рис. 140

Рис. 140. Двойные перевороты через крыло (бочки) выполняются так же, как и одинарные. Но в этом случае планеру дают возможность перевернуться вокруг продольной оси на 360° и рули устанавливают на вывод только при подходе планера к нормальному положению. При двойных переворотах через крыло направление движения планера не изменяется.

Штопорные двойные перевороты, как правило, выполняются только на один оборот в 360° и называются одинарными бочками.

Замедленные или управляемые бочки могут выполняться любое количество раз. При этом скорость вращения планера и количество оборотов зависят только от пилота.

Самое главное при выполнении замедленных бочек, это правильное отклонение рулей в каждом положении планера.

Если планер повернулся на 90° и крылья стали вертикально, то в этом положении, кроме отклонения ручки управления в сторону, руль направления должен быть отклонен в сторону, обратную перевороту. Это делается для того, чтобы планер не опустил нос при вертикальном положении крыла. В перевернутом положении ручка управления должна быть достаточно отклонена от себя, для того, чтобы также не допустить опускания носа планера. Руль направления в этом положении должен находиться в нейтральном положении, так как его отклонение в данном случае приведет к ненужному заносу хвоста. При дальнейшем переворачивании планера до вертикального положения крыла опять должна быть отклонена педаль, но уже в обратную сторону, чтобы также не допустить опускания носа планера.

Необходимо заметить, что выполнение управляемых переворотов через крыло требует значительной тренировки и достаточного усвоения особенностей поведения планера в различных положениях.

4. ПОЛУПЕТЛЯ С ПЕРЕВОРОТОМ

Рис. 141. Эта фигура высшего пилотажа сочетает в себе две фигуры. Первая половина представляет собою начало петли, а после верхней точки, во второй половине — переворот через крыло. Таким образом, планер вначале набирает высоту, переворачивается на спину и, перевернувшись через крыло, выходит в ту сторону, откуда заходит на фигуру.

Для выполнения полупетли с переворотом необходимо увеличить скорость полета в 2—2,5 раза относительно наивыгоднейшей. Более повышенная, чем при петле, скорость требуется для того, чтобы в верхней точке иметь возможность перевернуть планер через крыло. Из этих же соображений ввод делается более энергично и с большей перегрузкой планера, достигающей пятишестикратной величины.

Ввод на полупетлю производите так же, как на петлю — взятием ручки на себя. Только темп взятия ручки должен быть несколько ускоренным, чтобы планер имел некоторый запас скорости в верхней точке. Как только в перевернутом положении увидите горизонт, энергично отклоните ручку в сторону переворота и вслед за ней отклоните в ту же сторону педаль. Так же, как и на петле, не пытайтесь заирать голову, чтобы пораньше увидеть горизонт.

Преждевременный переворот через крыло приведет к тому, что вы потеряете скорость и можете свалиться в штопор.

Лучше всего после прохода верхней точки отклонить ручку управления от себя и этим задержать планер в перевернутом положении, чтобы набрать необходимую скорость. После этого управляемым переворотом через крыло выводите планер в нормальное положение. Скорость на выходе из полупетли с переворотом не должна быть меньше экономической.

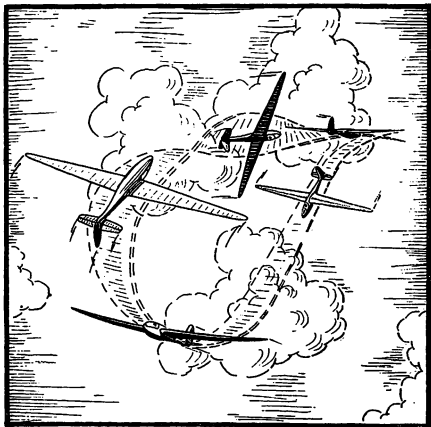


Рис. 141

Наиболее распространенной ошибкой при выполнении полупетли с переворотом является выход в правую или левую сторону.

Имейте в виду, что вашим попыткам выполнить полупетлю с переворотом должна предшествовать достаточная тренировка, в результате которой будут четко отработаны все другие фигуры высшего пилотажа.

5. ПЕРЕВЕРНУТЫЙ ПОЛЕТ

Перевернутый полет на планере является таким же планирующим полетом, как и в обычном положении. Разница заключается в том, что при перевернутом положении вам придется висеть на ремнях вниз головой. Кроме того, что вы не скоро привыкнете к такому положению, необходимо, чтобы ваш организм был достаточно вынослив.

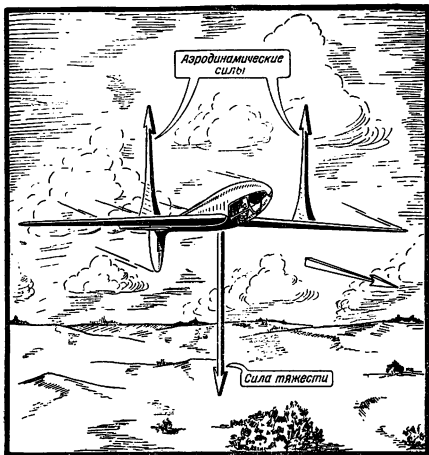


Рис. 142

Рис. 142. В перевернутом положении на планер действуют те же самые силы и направление действия их не изменяется. Неудобно однако то, что профиль крыла в перевернутом положении создает аэродинамическую силу воздушного сопротивления так же, как и плоская пластинка. Если же крыло планера, специально предна-

значенного для выполнения высшего пилотажа и воздушной акробатики, сделать с симметричным удобообтекаемым профилем, то такой планер в перевернутом полете имел бы такие же летные данные, как и в обычном положении. Специальные «акробатические» планеры так и сделаны.

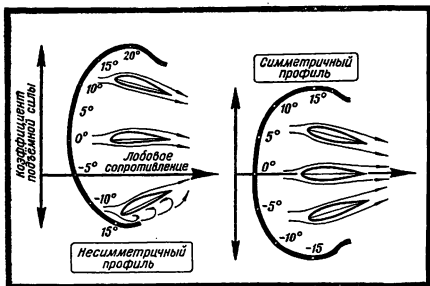


Рис. 143

Рис. 143. У симметричного профиля при положительных и отрицательных углах атаки величина аэродинамической силы одинакова. Поэтому для симметричного профиля важно только то, чтобы он и в перевернутом положении летел с положительным углом атаки относительно линии полета над землей.

Обычный несимметричный профиль крыла при отрицательных углах атаки создает значительно меньшую аэродинамическую силу. Поэтому в перевернутом положении профиля, хотя крыло и летит с положительным углом атаки относительно направления полета, создается меньшая подъемная сила и это требует увеличения скорости полета. В связи с ухудшением аэродинамических данных крыла в перевернутом полете скорость снижения увеличивается до 2,5—3 м/сек и планер быстрее теряет высоту. Устойчивость и управляемость планера в перевернутом полете несколько ухудшается и это требует повышенного внимания при пилотировании.

Ввод планера в перевернутый полет производится с полупетли или переворотом через крыло. В том и другом случае, когда вы оказались вниз головой, педали ножного управления должны быть установлены нейтрально, а ручку управления необходимо отклонить от себя.

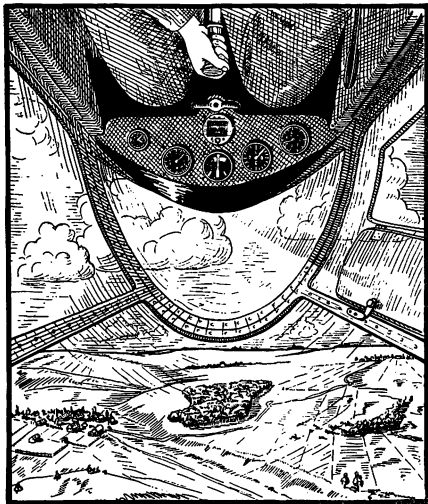


Рис. 144

Рис. 144. Сохранение перевернутого положения осуществляйте действиями рулей и контролируйте относительно линии горизонта. Меньше всего думайте о том, что действие рулей переменилось. Положение носа планера относительно линии горизонта должно быть немного ниже, чем в нормальном полете. Но из вашей кабины нос должен быть виден на фоне неба, а не земли, как в нормальном полете.

Если нос планера приближается к линии горизонта, отклоняйте ручку от себя. Если же просвет между линией горизонта и носом планера увеличивается, наоборот, отклоняйте ручку управления на себя.

В перевернутом полете нужно бояться не потери скорости, а излишнего ее увеличения. Все делайте так же, как и в обычном полете. В том случае, когда вы заметили, что левое крыло ушло в небо относительно линии горизонта, а, значит, опустилось и относительно вас, отклоняйте ручку в обратную сторону. Как видите, управление кренами также не изменилось.

Сохранение направления полета очень удобно производить, ориентируясь по показаниям стрелки указателя поворотов. Всегда нужно отклонять обратную педаль. Если стрелка ушла влево, отклоняйте правую педаль, пока стрелка не переместится в центр. Если же стрелка ушла вправо, то отклоняйте левую педаль, т. е. так же, как и в обычном полете.

Самое главное в перевернутом полете — это «не держаться» за землю. Раз уж вы перевернулись вниз головой, то забудьте о земле, наблюдайте только за горизонтом и управляйте планером так же, как и всегда. Скоро вы сами поймете, что летать в перевернутом положении не так сложно.

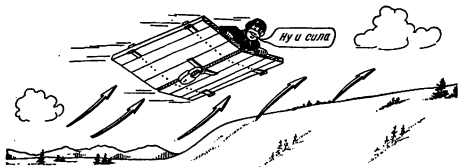
При полетах вниз головой очень важно быть привязанным так, чтобы не чувствовать, что вы отделились от сиденья. Кроме того, ваши ноги должны плотно держаться на педалях. Больше всего неприятностей вы будете ощущать в том случае, если повиснете на ремнях и упретесь головой в фонарь кабины, а ваши ноги повиснут в воздухе и не будут доставать до педалей.

Вывод из перевернутого полета производится полупетлей или переворотом через крыло, выполнение которых вам уже известно.

В перевернутом положении планер может очень быстро набрать слишком большую скорость. Поэтому во всех случаях, когда вы допустили повышенную скорость, немедленно выводите планер из перевернутого положения.

При выполнении фигур высшего пилотажа грубые ошибки исправляют не в процессе выполнения каждой фигуры, а внимательно замечают ошибку и исправляют при повторном выполнении.





Глава десятая ЭНЕРГИЯ ВОЗДУХА

Когда говорят о хорошей погоде, то не всегда подразумевают одно и то же.

Хорошей погодой для отдыха на пляже считают солнечную, теплую — лучше всего, когда ни одно облачко не заслоняет солнечных лучей. Обычно в такую погоду ветра почти нет.

Для парусного спорта, наоборот, нужен свежий ветер, который сможет двигать вашу лодку по серебристой поверхности озера: тихая погода уже будет недостаточно хорошей.

С точки зрения пассажиров, летящих на самолете, хорошей погодой считается такая, при которой в полете поменьше укачивает и самолет не испытывает «болтанки».

Но для летчиков имеют значение другие сведения о погоде: какова в полете видимость и высота облачности, а также каковы различные виды осадков, туманы и дымки, называемые гидрометеорами; летчиков интересует направление и сила ветра, а также многие другие сведения о состоянии атмосферы.

Погоду нельзя изменить, но можно изучать и правильно предсказывать ее изменения. В настоящее время самолеты могут летать почти в любую погоду днем и ночью, но при этом летчику требуются наиболее полные сведения о метеорологических условиях, в которых будет проходить полет.

Планеристы по-своему понимают хорошую погоду. В первую очередь, должен быть ветер; и не простой легкий ветерок, а ветер скоростью 9—10 м/сек. При полетах на высоту в горной местности даже необходим сильный ветер, дующий со скоростью 15—18 м/сек. Учебные полеты на самолетах давно уже прекращены из-за сильного ветра, а планеристы только еще готовят свои планеры. Более того, наилучшие достижения по высоте полета на планере получены в самый сильный ветер — до 20—25 м/сек.

Спокойное состояние атмосферы — это неблагоприятная погода для планеристов. Но когда воздух спокоен и в полете возможна болтанка, то не следует удерживать планеристов на земле.

Планеристы используют для полетов энергию вертикального движения воздуха. Поэтому, быстрое движение воздуха и неустойчивое состояние атмосферы — самая лучшая погода для планеристов. Только в период первоначального обучения, когда планеристы еще учатся управлять планером, они летают в тихую и спокойную погоду.

Научившись летать на планере и выполнять высший пилотаж, вы сможете считать себя планеристом. Но когда вы научитесь парить и распознавать по погоде возможности набора высоты в безмоторном полете, а также научиться использовать эти возможности, тогда сможете считать себя парителем. А это уже летное искусство. Чтобы овладеть этим искусством, необходимо не только хорошо летать, но и внимательно изучить воздух, его движение в атмосфере и видимые признаки восходящих потоков.

Воздух имеет значительно меньший удельный вес, чем жидкие и твердые вещества. Мельчайшие частицы воздуха, называемые молекулами, расположены дальше друг от друга, чем, например, молекулы воды. Поэтому, в каждом кубическом метре воздуха молекул во много раз меньше, чем в кубическом метре воды. А чем больше молекул в единице объема вещества, тем больше его плотность. Сжимая воздух, его плотность можно увеличить настолько, что он превратится в жидкость (жидкий воздух). Воду также можно сжимать, но для этого нужна огромная сила. Поэтому люди считают воду практически несжимаемой. Однако в океане, на большой глубине, под действием силы тяжести огромной массы воды плотность ее нижних слоев увеличивается.

Воздух, как более легкое вещество, плавает на поверхности земли и воды. Мы с вами находимся на дне воздушного океана. Значит, слои воздуха, в которых мы живем, являются самыми плотными и тяжелыми. Но с увеличением высоты плотность воздуха все время уменьшается, так же, как и в океане: с уменьшением глубины уменьшается плотность воды.

Отношение веса воздуха к его объему называется **весовой плотностью**.

В одном кубическом метре у поверхности земли находится в среднем 1,225 кг воздуха. Такая плотность воздуха будет при его температуре, равной $+15^{\circ}\text{C}$. Если воздух нагревать, то его плотность станет уменьшаться, так как при нагревании все тела расширяются. Но так как уменьшится плотность, то уменьшится и вес нагретого воздуха. Вот почему более нагретая часть воздуха всплывает над менее нагретой.

Рис. 145. Солнце является почти единственным источником тепла на земле. Солнечное тепло доходит до нас в виде лучистой энергии. Часть тепла поглощается атмосферой, сквозь которую пробиваются лучи. Однако воздушная среда поглощает незначительное количество тепла и от этого почти не нагревается.

В пасмурную погоду облака отражают обратно в мировое пространство до 80% солнечного тепла и только 20% попадает на землю. Тем не менее земля поглощает большое количество солнечной энергии и заметно нагревается от этого.

Однако нагревание земли происходит неравномерно. У экватора земля нагревается больше, а у полюсов меньше. Воздух нагревается от земной поверхности. Где больше нагрета земля, там больше нагревается и воздух. Вот почему у экватора всегда тепло, а у полюсов почти всегда холодно.

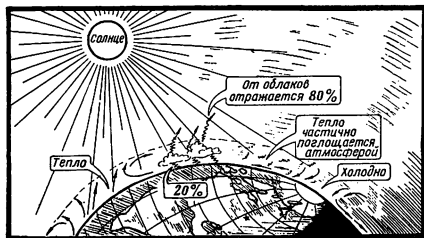


Рис. 145

Воздух, так же как и вода, плохо проводит тепло. Поэтому в окнах вашего дома зимой делают двойные рамы и между ними оставляют воздух для сохранения тепла. Щели хорошо замазывают, чтобы воздух, находящийся между стеклами, не перемешивался с воздухом на улице и в вашей комнате.

Прогревание атмосферы происходит благодаря перемешиванию воздушных масс. Более нагретый воздух у экватора становится менее плотным и более легким, чем воздух у полюсов. В результате этого над экватором воздух постепенно поднимается и прогревает всю атмосферу. Холодный воздух движется со стороны менее нагретых участков земного шара и занимает место поднявшегося теплого воздуха. Вот почему атмосфера не находится в покое, а воздух в ней постоянно находится в движении, которое мы называем ветром. Ветер обладает большой силой, которую люди все больше и больше подчиняют себе.

Вертикальное движение воздуха вверх и вниз также происходит непрерывно, но для нас оно менее заметно. Для того чтобы заметить подъем или опускание воздушной массы, необходимо находиться в полете.

Нисходящее движение воздуха хорошо замечают в полете даже неискушенные люди и называют это «воздушными ямами». Восходящее и нисходящее движение воздуха обуславливается динамическим или термическим влиянием на него земной поверхности. Динамическое влияние наблюдается при обтекании ветром неровностей земли, и восходящие потоки в этих случаях называются потоками обтекания. Термическое влияние наблюдается при неравномерном нагреве различных участков земли, и восходящие потоки в этих случаях называются термическими потоками.

1. ВОСХОДЯЩИЕ ПОТОКИ ОБТЕКАНИЯ

Двигаясь над земной поверхностью, ветер встречает на своем пути различные препятствия и, обтекая их, изменяет направление своего движения. Встречая на своем пути продолговатую гору, ветер

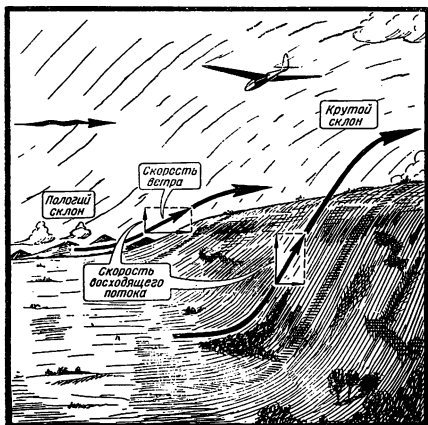


Рис. 146

устремляется вверх по ее склонам. На вершине воздушный поток огибает гору и по ее тыловой стороне опускается вниз. Таким образом, впереди горы наблюдается восходящий поток воздуха.

У горного хребта или цепи гор этот поток наблюдается по всей длине обтекаемого участка. В зависимости от высоты и крутизны склонов горы и от силы ветра изменяется и высота действия восходящих потоков. Так, например, при высоте склонов, равной 100 м, восходящие потоки поднимаются до высоты в 150—200 м над вершиной склона. Дело в том, что слои воздуха, поднимаясь по склонам горы, заставляют подниматься и верхние слои, создавая невидимую гору из восходящего воздуха.

Рис. 146. Скорость подъема восходящего потока зависит от скорости ветра и крутизны склона. С увеличением высоты влияние земной поверхности на направление ветра постепенно уменьшается.

Движущийся воздушный слой, прилегающий к земле, испытывает влияние неровностей земной поверхности. Внизу этого слоя, благодаря трению воздуха о поверхность земли, происходит постепенное торможение ветра. Поэтому на высоте скорость ветра всегда больше, чем у земли.

Характер ветра также в большой степени зависит от поверхности земли. Над ровной поверхностью земли и над поверхностью водных пространств при небольшой силе ветра наблюдается спокойное движение воздуха. Иногда, даже при большой скорости, встречается ровный ветер.

Однако над пересеченной местностью: лесом, оврагами и населенными пунктами, а также над волнующимся морем,—воздух движется беспорядочно и с завихрениями, которые могут достигать большой высоты.

2. ВОСХОДЯЩИЕ ТЕРМИЧЕСКИЕ ПОТОКИ

Неравномерность нагревания земного шара обуславливает огромные перемещения воздушных масс, образующих колоссальные воздушные течения.

Но и на сравнительно небольших площадях, в различных местностях земная поверхность также нагревается неравномерно, так как поглощение и отражение солнечных лучей на различных участках земли различно. Неравномерность нагрева воды и суши ведет к образованию местных воздушных течений, которые определенным образом влияют на главные воздушные течения, значительно отклоняя их.

Неравномерность нагревания различных частей воздуха над поверхностью земли изменяется еще и от плотности и влажности воздушных масс, двигающихся из других мест. Взаимовлияние основных и местных воздушных течений ведет к постоянному пе-

ремешиванию воздуха в различных направлениях. Вот почему направление ветра и состояние погоды изменяются в разные времена года и в разное время суток.

Общий нагрев земной поверхности и атмосферы определяет для каждой местности среднюю температуру воздуха в разные времена года и на различных высотах воздушного слоя.

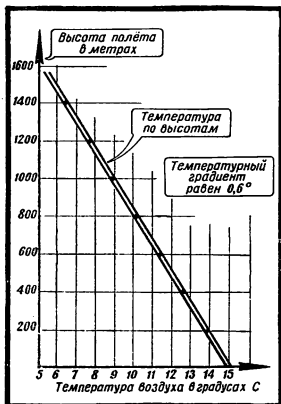


Рис. 147

Рис. 147. Средняя температура воздуха на различных высотах постепенно уменьшается. Уменьшение температуры с увеличением высоты на каждые 100 метров в среднем определяется в 0,6 градуса, или на 6° для каждого километра высоты. Величина изменения температуры воздуха с подъемом на каждые 100 м высоты называется температурным градиентом. Указанный выше температурный градиент для средних условий изменяется в зависимости от погоды и прогрева различных слоев воздуха благодаря вертикальному перемешиванию. Более того, иногда случается даже так, что на большей высоте воздух оказывается теплее,

чем на меньшей, значительно изменяя величину температурного градиента. Практически величина температурного градиента определяется путем измерения температуры воздуха на различных высотах.

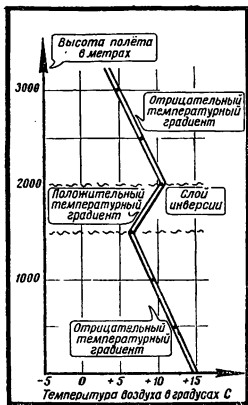


Рис. 148

Рис. 148. Если с увеличением высоты температура воздуха уменьшается, то температурный градиент считается отрицательным. Когда же на определенной высоте встречаются слои воздуха с более высокой температурой, чем нижние, то в этом случае температурный градиент становится положительным.

Слои воздуха, в которых с увеличением высоты наблюдается повышение температуры, называются слоями инверсии, или задерживающими слоями. Летом задерживающие слои иногда располагаются на высоте 1500—2500 м. Зимой эти слои располагаются ниже.

Величина температурного градиента и наличие задерживающих слоев в очень большой степени влияют на образование и силу действия восходящих потоков. Неравномерный прогрев различных

участков земной поверхности является причиной неодинаковой температуры слоев воздуха, находящихся у поверхности земли. При этом более теплые массы воздуха становятся более легкими и стремятся подняться (всплыть) над более холодными. Места, над которыми воздух нагревается больше, чем в соседних участках, называются очагами восходящих потоков.

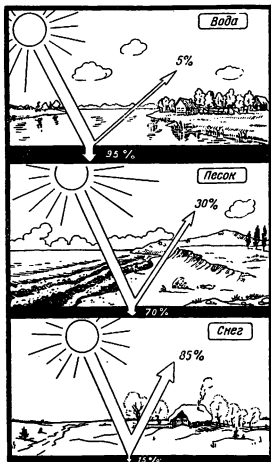


Рис. 149

Рис. 149. Вода поглощает 95% солнечной энергии и только 5% отражает. Но вода, благодаря перемешиванию, прогревается на большую глубину и поэтому нагревается медленно. Песок поглощает до 70% солнечных лучей, нагревается сильно и много тепла отдает прилегающему воздуху, также нагревая его. Черная голая

земля, пахота, камень, асфальтовые дороги, крыши домов — нагреваются быстро и до высокой температуры. Попробуйте, например, летом в солнечный день забраться на крышу вашего дома и вы сразу почувствуете, как печет ноги. Лес, трава, болота и кустарники нагреваются слабее и, следовательно, меньше нагревают прилегающие слои воздуха. Вспомните, как прохладно в лесу и как жарко на пляже. Снег поглощает всего 15—20% солнечной энергии, а 80—85% отражает в пространство. Поэтому зимой на солнышке случается сильно пригревает, а снег все-таки не тает.

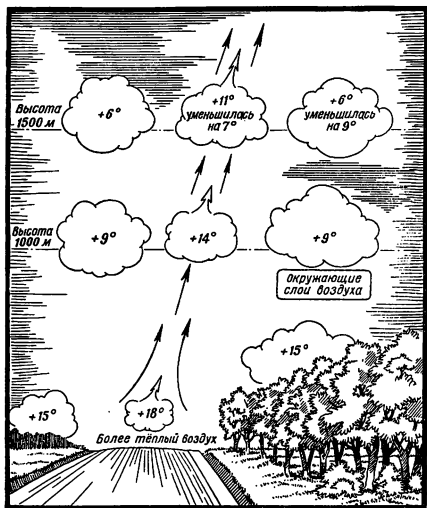


Рис. 150

Рис. 150. Действующие очаги восходящих потоков являются причиной поднимающегося с земли воздуха. В летнее время года таких очагов можно наблюдать много. Зимой, когда поверхность земли покрыта снегом, термических восходящих потоков встречается значительно меньше. Как правило, они образуются у обращенных к солнцу склонов гор и возвышенностей, проталин почвы, строений населенных пунктов и даже у темных частей леса и кустарника.

Но очаги восходящих потоков имеют значение только для подъема воздуха вблизи земли. Дальнейшее действие восходящих потоков всецело зависит от температурного равновесия атмосферы.

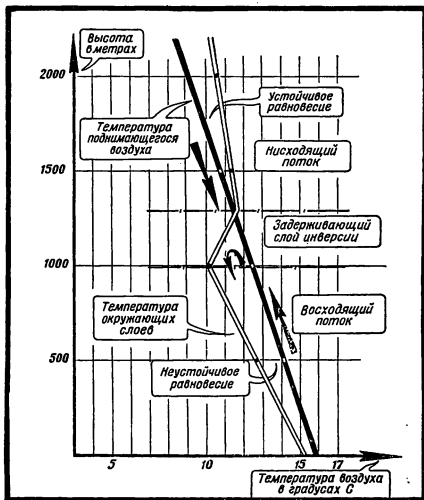


Рис. 151

Температурное равновесие атмосферы рассматривается в зависимости от температурного градиента воздушных слоев, расположенных на определенных высотах, и изменения температуры поднимающейся массы воздуха. Дело в том, что поднимающийся теплый воздух с увеличением высоты постепенно расширяется, а расширение и уменьшение плотности ведет к неизбежному охлаждению. Все тела от нагревания расширяются и становятся более легкими, а расширяясь, охлаждаются, снова сжимаются и становятся более тяжелыми.

Рис. 151. Таким образом, если температура поднимающегося воздуха уменьшается на каждые 100 м высоты меньше, чем температурный градиент окружающей среды, то такое состояние атмосферы называется неустойчивым равновесием, и это состояние с подъемом на высоту способствует увеличению скорости восходящего потока.

Если же температура поднимающегося воздуха уменьшается больше, чем температурный градиент близлежащих слоев воздуха, и на определенной высоте температура окружающего воздуха окажется выше, то такое состояние атмосферы называется устойчивым равновесием, а восходящий поток в этих условиях, поднявшись на небольшую высоту, прекратит свое действие. В том случае, когда температура поднимающегося воздуха благодаря расширению уменьшается так же, как и температура окружающих слоев, то такое состояние атмосферы называется безразличным равновесием. В этих условиях восходящий поток будет продолжать движение вверх, благодаря инерции или под действием каких-либо внешних сил. Однако как только действие внешней силы или сил инерции прекратится, поднявшийся воздух прекратит свое движение вверх и постепенно опустится до слоев одинаковой с этим воздухом температуры.

Когда от земной поверхности поднимается влажный воздух, то уменьшение его температуры с поднятием на каждые 100 м высоты происходит медленнее, чем у сухого воздуха. Это обстоятельство создает больше условий для неустойчивого равновесия атмосферы и делает восходящие потоки более сильными.

При достижении определенной высоты, когда воздух оказывается перенасыщенным влагой, начинается конденсация водяного пара и образование облаков. Но так как конденсация водяного пара происходит с выделением скрытой теплоты, то поднимающийся воздух оказывается еще теплее окружающих его масс и скорость восходящего потока от этого еще больше увеличивается. Вот почему в облачный день восходящие потоки сильнее, чем в сухой и ясный день, а скорость восходящих потоков внутри облаков значительно увеличивается.

Наиболее благоприятные условия для образования восходящих потоков воздуха наступают после прохождения холодного фронта. В этот период при наступлении солнечной погоды атмосфера еще не успевает достаточно прогреться и имеет высокий температурный градиент.

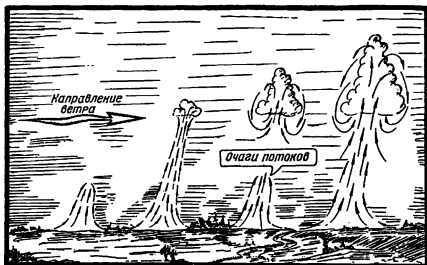


Рис. 152

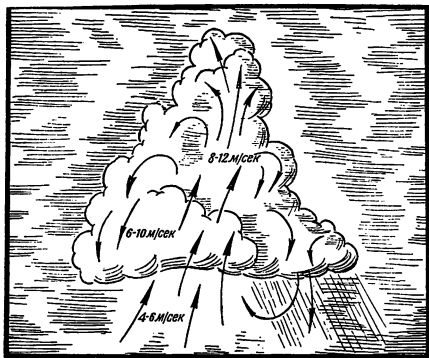


Рис. 153

Рис. 152. В утренние часы благодаря прогреву земной поверхности начинают возникать термические восходящие потоки. Вначале это слабые и узкие струйки теплого воздуха. В дальнейшем атмосфера приходит все в большее и большее движение, образуя большие массы поднимающегося воздуха.

На малой высоте скорость подъема теплых воздушных масс невелика. С возрастанием высоты скорость подъема восходящих потоков постепенно увеличивается. Восходящие потоки, слабые на малой высоте, становятся тем сильнее, чем выше они поднимаются. При достаточной влажности воздуха, поднимающиеся части расширяются и постепенно освобождают скрытую теплоту. Влага в это же время сгущается и превращается в пар. Поэтому кучевые облака, как правило, являются вершиной восходящих потоков.

Рис. 153. В самом облаке скорость подъема достигает наибольшей величины и иногда превышает 10—15 м/сек. Внутри облака происходит смешивание теплого и холодного воздуха, поэтому не во всех частях его вы можете обнаружить подъем и нередко встретите быстрое снижение.

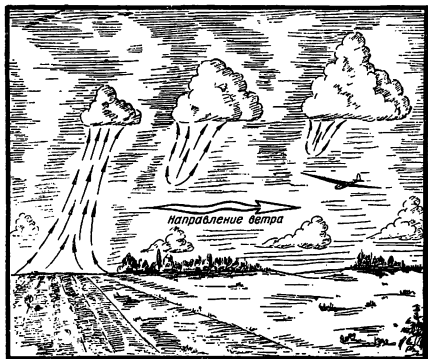


Рис. 154

Рис. 154. В ветер облако находится в стороне от очага восходящего потока, потому что воздушный поток сносится по ветру. Из-за сноса ветром, восходящий поток разрывается и подъем наб-

людается только на большой высоте под самым облаком. В это же время внизу подъема нет. Облако плывет дальше по ветру, а на прежнем месте образуется новое. Так в направлении ветра возникают целые облачные гряды, которые для планеристов являются своеобразными дорогами. На достаточной высоте вдоль облачной гряды можно пролететь по прямой большое расстояние. В таких случаях ваш планер будет почти все время находиться в восходящем потоке.

У морского берега также наблюдаются термические восходящие потоки. Днем береговая полоса нагревается значительно больше, чем поверхность моря, и более теплый воздух над берегом начинает постепенно подниматься. Его место занимает более холодный воздух, находящийся над водной поверхностью. Поэтому вы наверно замечали, как на берегу веет прохладой с моря. Это береговой бриз, днем дующий со стороны моря, а ночью, наоборот, со стороны берега. Происходит это потому, что в вечерние часы воздух над сушей остывает быстрее, чем над морем, где он оказывается теплее и поэтому также поднимается, а более холодный воздух с берега постепенно занимает его место. Движение воздуха на берегу вы ощущаете в виде ветра, направленного горизонтально, но имейте в виду, что это движение является результатом вертикального перемещения воздушных масс.

Восходящие потоки у берега моря обычно имеют небольшую скорость подъема и часто недостаточны, чтобы поднимать планер, но зато располагаются на больших пространствах. Энергия поднимающегося воздуха производит огромную работу, распространяя влагу по земной поверхности и равномерно распределяя тепло. Если бы воздух не перемещивался, то в одних странах невозможно было бы жить от сильной жары, а в других — от сильного холода. Энергия восходящих потоков неисчислима и может быть с успехом использована планеристами.

3. ВОЗДУШНЫЕ ВОЛНЫ

Несколько лет тому назад планеристы обнаружили восходящие потоки воздуха, действующие на больших высотах и достигающие границ стратосферы. Такие восходящие потоки называют воздушными волнами. Причины возникновения и характер этих воздушных волн пока еще недостаточно изучены и в настоящее время об их структуре имеется только несколько предположений. Но большое количество полетов на этих волнах и достижение на планерах высоты 12 тыс. м свидетельствует о том, что можно использовать энергию воздуха еще шире.

Воздушные волны наблюдаются над горными хребтами или над отдельными вершинами гор в сильный ветер, достигающий скорости до 25—30 м/сек. Высота гор при определенной скорости ветра повидимому определяет и высоту действия восходящих потоков воздушной волны.

Наличие воздушной волны часто сопровождается своеобразными облаками, располагающимися в большинстве случаев на вершинах воздушных волн. Возможность возникновения этих облаков (сигарообразных по форме) определяется, повидимому, степенью влажности поднимающегося воздуха, так как воздушные волны неоднократно наблюдались и в безоблачном небе.

В нашей стране воздушные волны можно встретить на Кавказе, в Крыму, на Урале, в Казахстане, на Алтае и во всех других местах, где есть горы. Если горы имеют высоту 1000—1500 м, то воздушные волны в этом районе могут достигать 10—12 тыс. м. Считают, что высота воздушной волны может быть больше высоты горного хребта в 9—10 раз.

Скорость ветра оказывает большое влияние не только на высоту волны, но и на скороподъемность восходящего потока. При скорости ветра у земли, достигающей 15—17 м/сек, вертикальная скорость потока в воздушной волне достигает 10—12 м/сек. Однако на различных высотах волны вертикальная скорость потока также различна. Сначала вертикальная скорость увеличивается, но только до определенной высоты полета, выше которой происходит постепенное уменьшение скороподъемности.

В отличие от обычного восходящего потока обтекания, который образуется над склоном горы, обращенном к ветру, образование воздушной волны происходит над тыловой частью или, как говорят, за горой. По мере увеличения высоты восходящий поток воздушной волны постепенно смещается вперед против ветра и в конечном итоге оказывается непосредственно над горой или даже несколько впереди ее.

Рис. 155. Нижний слой воздуха, движущийся непосредственно над наветренным склоном горы, поднимается вверх, образуя между верхними слоями воздуха и склоном огромную воздушную струю, постепенно сужающуюся к гребню горы. Вследствие этого скорость воздушной струи постепенно увеличивается и достигает наибольшей величины над вершиной горы. Если, например, скорость ветра у земли не превышает 15—17 м/сек, то при достижении гребня склона скорость воздушной струи увеличивается до 25—30 м/сек.

За горой воздушный поток, движущийся с такой большой скоростью, уже не может плавно опускаться вниз по тыловому склону. Срываясь с вершины горы, он образует громадные вихри (с горизонтальной осью). В результате этого в нижней части вихрей, за горой, ветер изменяет свое направление и дует у земли в противоположную сторону, двигаясь как бы навстречу основной массе воздуха. Скорость этого обратного ветра значительно меньше, а атмосферное давление за горой — больше, чем в воздушной струе над горой. Разница в атмосферном давлении воздушных масс за горой усиливает вращение вихрей и создает возможность подъема нижних слоев воздуха в слои с меньшим атмосферным давлением. В связи с этим, движущиеся с большой скоростью верхние слои воздуха встречают за вершиной горы более плотную массу и,

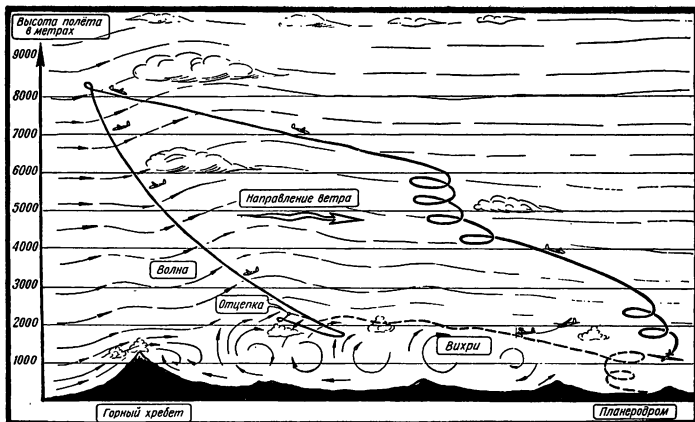


Рис. 155

отклоняясь от нее, устремляются вверх с углом подъема, примерно, в $30-40^\circ$.

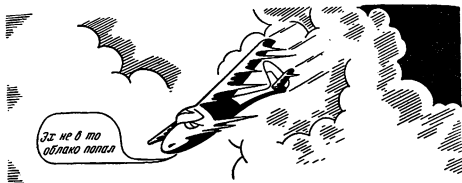
Таким образом начинается действие воздушной волны с движением воздуха над тыловой частью горы не только по ветру со скоростью $25-30$ м/сек, но и вверх с вертикальной скоростью подъема до $10-12$ м/сек.

Волнообразование в воздухе распространяется до больших высот, но с увеличением высоты степень отклонения воздушного потока все меньше и меньше. Поэтому с подъемом на высоту вертикальная скорость постепенно уменьшается.

За горой образуется обычно четыре или шесть вихрей. Первый, самый мощный вихрь образуется непосредственно за горой или не далее $500-800$ м. Поэтому и главная воздушная волна возникает недалеко от горы и является наиболее крупной. Остальные вихри располагаются все дальше и дальше от горы, а возникающие над этими местами воздушные волны уменьшаются по высоте и становятся более пологими.

Наличие за горой (на уровне вершины или ниже ее) рваных облаков часто свидетельствует об образовании вихрей. Возникновение и характер воздушных волн, повидимому, зависят от общего состояния атмосферы, распределения температуры воздуха по высоте и устойчивости воздушной массы. Замечено, например, что наибольшая интенсивность воздушных волн наблюдается в весенне-осенние периоды года, когда редко можно встретить термические восходящие потоки и температура воздуха у земли достаточно низкая. Воздушные волны могут быть встречены как в южных частях нашей страны, так и в Арктике, и в местах как с континентальным сухим, так и с влажным морским воздухом.





Глава одиннадцатая ПАРЯЩИЕ ПОЛЕТЫ

Обучение искусству использовать восходящие потоки воздуха для полета является главным этапом подготовки планеристов. Именно благодаря тому, что планер может парить за счет энергии воздуха, раскрываются широкие возможности для развития планерного спорта.

Парящие полеты на планере в первую очередь увеличивают ваш налет, т. е. количество часов, которое вы провели в полете, управляя планером. Количество самостоятельных полетов, совершенных вами, и время, проведенное в воздухе, в очень большой степени характеризуют вашу летную подготовку, опыт и натренированность. В парящих полетах вы по-настоящему начинаете отрабатывать свою технику пилотирования и постепенно приобретаете целый ряд ценнейших навыков. Очень трудно быть летчиком без достаточной теоретической подготовки, но стать летчиком без практики, и притом разносторонней летной практики — невозможно. Когда в летную школу приходит планерист, выполнивший несколько планирующих полетов по прямой, то он мало отличается от других учеников, начинающих летное обучение на самолете без такой подготовки на планере. Но когда в школу приходит планерист-паритель, то с первого же полета инструктор обнаружит у него прочные навыки в технике пилотирования, и можете не сомневаться в том, что самостоятельно летать на самолете он будет раньше и лучше всех других учеников.

Парящие полеты можно совершать как в горной, так и в равнинной местности. Полеты над склонами гор при благоприятном ветре практически возможны в разное время суток и в течение всего года. Что касается парения над равнинной местностью, то

зимнее время отличается от летнего значительным уменьшением интенсивности вертикального движения воздушных масс, что в определенной степени сокращает возможности для парящих полетов зимой. Тем не менее над равнинной местностью и в зимних условиях можно производить парящие полеты. Дело в том, что возникновение восходящих потоков связано не с наличием высокой температуры, а происходит от разности температур отдельных воздушных масс. Летом, в дни устойчивой погоды, когда очень жарко, восходящие потоки невелики, так как большие воздушные массы имеют одинаково высокую температуру и атмосфера находится в сравнительно устойчивом состоянии. В то же время зимой, когда чаще наблюдается неустойчивое состояние атмосферы, восходящие потоки действуют достаточно интенсивно. Так, например, в г. Горьком над склоном правого берега реки Оки высотой всего в 100 м планерист Л. П. Ляпин на планере ПС-1 в феврале месяце продержался в воздухе около трех часов. В этом полете ему удавалось пять раз набирать высоту от 800 до 1450 м.

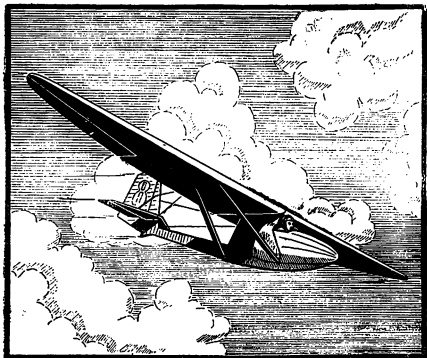


Рис. 156

Рис. 156. Планер ПС-1 является стандартным парителем и представляет собою типичный образец тренировочного планера. На нем многие планеристы совершили продолжительные парящие полеты.

В феврале месяце Л. П. Ляпин в полете на дальность с возвращением к месту старта пролетел 41 км.

В октябре планерист Ляпин на этом же планере продержался в воздухе 12 час. 07 мин. Весь полет проходил на высоте 600—800 м, а в некоторых случаях высота доходила даже до 2200 м над склоном.

Мастер планерного спорта С. Гавриш над этим же склоном на планере ПС-1 в течение одного полета в феврале месяце неоднократно набирал высоту 800—900 м над стартом.

Не может быть сомнения в том, что эти полеты выполнялись за счет термических восходящих потоков, которые в зимних условиях возникали от нагрева крутых склонов берега реки и вместе с собой поднимали планеры на большую высоту.

Для высотных полетов осенне-зимние периоды года являются особенно благоприятными. Именно в эти периоды года наиболее часто наблюдаются восходящие воздушные волны.

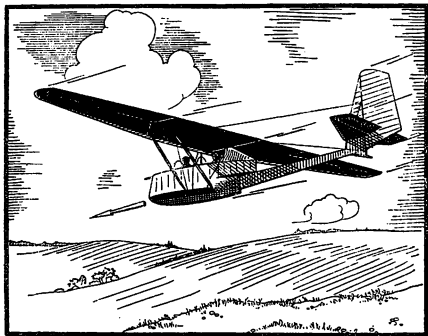


Рис. 157

Рис. 157. В парящем полете, так же как и в планирующем, планер все время движется вниз по наклонной линии и постепенно теряет высоту относительно воздушной среды. Если воздух не находится в спокойном состоянии, а поднимается или опускается с определенной скоростью относительно земной поверхности, то и

планер вместе с ним будет подниматься или опускаться. Когда поток воздуха поднимается медленнее, чем снижается в нем планер, то это может лишь уменьшить скорость снижения планера. Если же воздух поднимается быстрее, чем снижается в нем планер, то вместе с собой он будет поднимать планер, постоянно увеличивая высоту его полета над земной поверхностью. Таким образом, скорость подъема планера в восходящем потоке воздуха есть разность между скоростью подъема воздушной среды и скоростью снижения планера.

Скорость снижения зависит не только от летных данных планера, но и от того, как вы научились управлять им. Если управляемый вами планер будет летать на излишне малой скорости, или на слишком большой скорости, а шарик указателя скольжения будет часто находиться в стороне от центра, то можете не сомневаться, что в то время, как ваши товарищи будут парить еще высоко в небе, вам уже придется искать подходящую площадку для посадки. Вы знаете, что и уменьшение и увеличение скорости планирования относительно экономической ведет к излишнему снижению, которое в течение продолжительного полета составляет несколько тысяч метров излишне потерянной высоты. Поэтому искусство парящего полета заключается не только в том, чтобы уметь разыскивать восходящие потоки и с их помощью подниматься вверх, но и в том, чтобы уметь экономно расходовать набранную высоту.

1. ПАРЕНИЕ В ПОТОКАХ ОБТЕКАНИЯ

Парить в потоках обтекания можно вблизи подходящих склонов. В нашей стране имеется огромное количество мест, где можно совершать парящие полеты. В Петропавловске-на-Камчатке планерист Карпов на учебном планере УС-4 парил в воздухе 2 часа и набрал над стартом высоту более 700 м. В г. Алма-Ата планерист Коняев тоже на планере УС-4 совершил парящий полет продолжительностью 1 час 15 мин., достигнув высоты 820 м. В г. Барнауле планерист Шишкин на планере УС-4 продержался в воздухе 2 час. 15 мин.

В г. Ленинграде планеристка Чистякова на учебном парителе типа ПС-1 продержалась в воздухе над склонами Дудергофа более 6 час. и произвела посадку только с наступлением ночи.

В каждой области и почти в каждом районе можно найти подходящие склоны для парящих полетов. Для легких одноместных планеров достаточно иметь склон высотой в 50—60 м. Если же в вашем районе имеются склоны с большей высотой, то это только лучше для дела.

В районе станции Трикотажная под Москвой много лет действовала планерная станция, хотя склоны в той местности имеют высоту всего 35—50 м. Над этими склонами планеристы выполнили множество полетов продолжительностью по 4—5 час., причем неоднократно поднимались на 100—150 м над верхней точкой склонов.

Рекорд продолжительности полета над этими склонами установил в 1936 г. планерист Рязанцев, который в зимних условиях выполнил ночной парящий полет продолжительностью более 10 час.

Для парящих полетов нужно выбирать склоны, имеющие среднюю крутизну. Лучше всего, если эта крутизна равняется 30—45°. Слишком крутые склоны при небольшой высоте неудобны тем, что при обтекании их воздушный поток ветра не плавно поднимается вверх, а образует завихрения, усложняющие использование потоков. Если же высота склона 200—300 м, то завихрения в полете уже не так ощутительны.

Длина склона также имеет большое значение для парящих полетов. Если длина склона меньше одного километра, то, летая на планере, вам придется очень часто делать развороты, чтобы не выйти из восходящего потока. На длинном склоне вы будете долго лететь по прямой, постепенно набирая высоту, так как на таких склонах восходящий поток сплошной и широкий.

На Урале, юго-восточнее Магнитогорска имеется горный хребет Ирындык-Тау. Западный склон его тянется ровной полосой на протяжении 50 км. Высота склона достигает 400—600 м, а преобладающие ветры дуют в сторону склона, часто образуя ровный и широкий восходящий поток. Здесь планеристы при скорости ветра 5—7 м/сек набирали высоту 1000—1200 м. Склон так удобен, что над ним могли бы одновременно летать 150—200 планеров, не мешая друг другу. В этом районе планеристы В. Л. Расторгуев, Н. С. Юдин и другие свободно выполняли стокилометровые маршрутные полеты, летая вдоль склона на большой высоте.

Рис. 158. Подковообразные склоны являются более благоприятными для образования восходящего потока удобной структуры. Внутри подковообразного склона, поток как бы сосредоточивается и увеличивает свою силу, а на выпуклом склоне, наоборот, — частично расходуется по сторонам.

Но самое главное — это направление ветра. Гора может отвечать самым строгим требованиям по своим размерам и конфигурации, но если господствующие ветры дуют параллельно ей, то и восходящие потоки у этой горы отсутствуют. Поэтому, выбирая склоны для парящих полетов, в первую очередь необходимо интересоваться вопросом о том, дует ли ветер в сторону склонов и как часто. На вершине горы необходимо оборудовать взлетную площадку, а если позволяют условия, то и площадку для посадки. В долине перед склонами должно быть достаточно места для посадки планеров, потому что в тех случаях, когда набрать достаточную высоту выше склона не удастся, то приходится садиться вниз, у склона горы.

Парящие полеты в потоках обтекания могут выполняться при достаточной скорости ветра. Над склоном высотой до 100 м восходящий поток достаточно хорошо держит планер при ветре силой в 8—10 м/сек. При более слабом ветре парение будет проходить на малой высоте, и в любой момент вы можете оказаться ниже склона и будете вынуждены совершить посадку в долине. В ветер более

12 м/сек парение сопряжено с трудностями для пилотирования, так как поступательная скорость планера против ветра будет очень малой, а при разворотах планер будет сильно сносить за склон.



Рис. 158

Никогда не забывайте, что сильный ветер каждую минуту может перевернуть ваш планер, находящийся на земле. Не вздумайте уходить от планера даже для доклада инструктору о полете. Были случаи, когда планерист успевал отойти всего на три шага, а ветер уже поднимал планер и разбивал его о землю.

Для взлета планер устанавливают строго против ветра, на расстоянии 15—20 м от гребня склона. Запуск планера в воздух в большинстве случаев производят при помощи амортизатора.

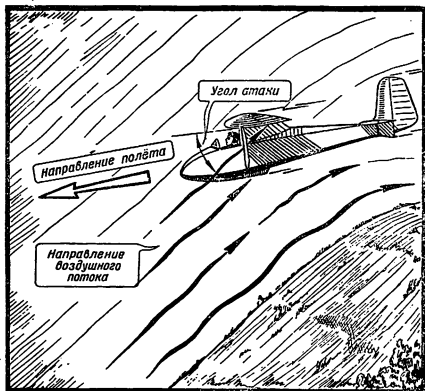


Рис. 159

Рис. 159. Взлетая с вершины горы, имейте в виду, что после взлета планер попадает в зону восходящего потока, благодаря чему сразу же увеличиваются углы атаки крыла. Происходит это оттого, что к направлению движения планера прибавляется еще движение потока снизу вверх. На малой высоте, да еще в сильный ветер, полет на слишком больших углах атаки не особенно приятен и может привести к потере скорости. Поэтому сразу же после взлета рекомендуется отдать ручку управления несколько от себя и начинать полет на повышенной скорости.

Как только вы почувствуете, что амортизатор отделился от крюка, начинайте разворачиваться в сторону склона. Первый разворот делайте с небольшим креном и осторожно, так как вы еще не знаете, как сильно планер будет сносить ветром.

Величина разворота в большой степени зависит от силы ветра, но всегда будет меньше 90° . Не следует делать первый разворот

слишком поздно, так как вы можете выйти из восходящего потока и потерять высоту, а развернувшись, окажетесь ниже вершины склона. В этом случае продолжать парящий полет будет уже труднее, и может случиться так, что через несколько минут придется садиться в долине.

Летая на малой высоте, пока вы не поднялись выше горы хотя бы на несколько метров, помните, что ветер все время стремится прижать планер к склону. Поэтому вблизи склона летайте с некоторым запасом скорости — это поможет вам в любой момент повернуть планер от склона.

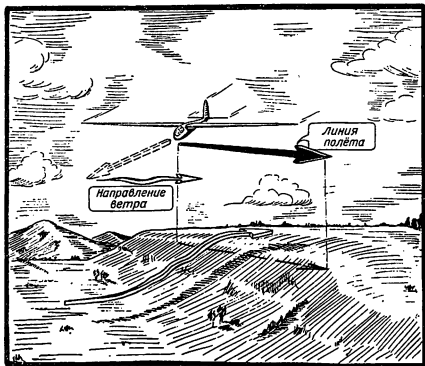


Рис. 160

Рис. 160. Когда планер летит вдоль склона, нос его всегда должен быть несколько повернут в сторону ветра. Так вы должны бороться со сносом.

Нельзя бороться со сносом при помощи скольжения против ветра, за счет крена. При скольжении скорость снижения планера увеличивается и набор высоты будет слабее.

Долетев до конца склона, разворачивайтесь и продолжайте полет в обратную сторону. Развороты в парящем полете всегда

делайте от склона, иначе вам не избежать сноса за склон и большой потери высоты, а то и преждевременной посадки.

Летая вдоль склона, обратите внимание, в каких местах «держит» лучше; это очень полезно в тех случаях, когда ветер не особенно сильный. Если «держит» недостаточно хорошо, то после второго разворота постарайтесь больше находиться в тех местах, где планер поднимает хотя бы немного.

Даже если вы оказались ниже склона, унывать не следует. Еще не все потеряно. В этом случае старайтесь не уходить далеко от склона, но внимательно следите, чтобы ваше крыло не оказалось слишком близко к горе. Дело в том, что скорость ветра редко бывает постоянной. Когда ветер немного стихает, то и скорость его подъема становится меньше. В этом случае высота вашего полета немного уменьшится. Но когда ветер снова усилится, планер опять станет подниматься.

На большой высоте небольшие снижения и подъемы будут мало заметны, но вблизи склона вы будете сразу же замечать даже

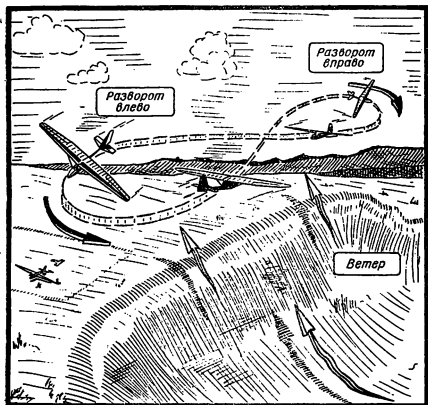


Рис. 161

небольшую потерю высоты. В таких случаях нужно терпеливо ждать новых порывов ветра, которые постепенно будут поднимать вас все выше и выше.

Если же вам пришлось снизиться до половины склона, то продолжать парящий полет уже трудно. Поэтому выбирайте площадку в долине и подумайте о посадке.

Однако это бывает тогда, когда вы взлетели преждевременно, не дождавшись, пока сила ветра будет достаточной. Если же «держит» хорошо, то на первой же прямой вы окажетесь выше склона, а это уже парящий полет.

Рис. 161. В местах, где планер поднимает особенно сильно, можно набирать высоту восьмерками. В этом случае установите планер вдоль склона и после того, как его немного снесет, делайте разворот на 180° , а через несколько секунд — опять такой же разворот, но в другую сторону. Если первый разворот был в левую сторону и вы отворачивались от склона, то следующий разворот делайте в правую сторону, т. е. опять от склона.

В парящих полетах над склоном горы приходится вести непрерывную борьбу против сноса планера ветром; чтобы держаться в зоне действия восходящего потока, необходимо не допускать поворота носа планера по ветру. Улететь по ветру легко, но вернуться против ветра — труднее.

Если же вам придется делать спирали, что допустимо на высоте не ниже 200—300 м над уровнем склона, необходимо иметь в виду, что в тот момент, когда планер развернется по ветру, его будет сносить особенно сильно. Поэтому, развернувшись по ветру, необходимо увеличить крен и, уменьшив этим радиус разворота, быстрее развернуться против ветра. Только после этого имеет смысл уменьшить крен и возможно дольше держаться против ветра.

Развернувшись по ветру, вам будет казаться, что скорость полета увеличилась, но не вздумайте тянуть ручку на себя. Скорость увеличилась только относительно земли, а вы летите в воздухе, поэтому и уменьшать ее будете относительно воздуха. Потеряв скорость, ваш планер может свалиться в штопор. Даже если вы сразу же выведете планер из штопора и потеряете при этом каких-нибудь 50—60 м, то все равно надолго запомните это ощущение. С точки зрения практики раза два сорваться в штопор даже полезно, но для этого необходимо, чтобы позади вас сидел инструктор, а также, чтобы высота полета была достаточной.

Летая над склоном, не забывайте о своих товарищах, которые также летают недалеко от вас. Все время наблюдайте за ними и в любой момент знайте, где они находятся. Не успокаивайте себя тем, что они видят вас. Для вас важнее то, чтобы вы видели их.

Рис. 162. Когда вы находитесь с другими планерами на встречах курсах, всегда первыми несколько отклонитесь от прямого курса в правую сторону, чтобы встречный планер вы видели с левой стороны.

Если в полете вы находитесь позади другого планера, помните: пилот переднего планера не видит вас и может не ожидать вашего близкого присутствия. Кроме того, не забывайте, что на старте есть руководитель полетов и необходимо не только следить за его сигналами, но и выполнять их.

Сигнализация между планером, летающим над склоном, и стартом осуществляется при помощи флажков. Инструктор или руководитель полетами при помощи сигналов могут показывать, что вам необходимо летать ближе или дальше от склона, что производить посадку необходимо на горе или в долине у подножия склона и т. д.

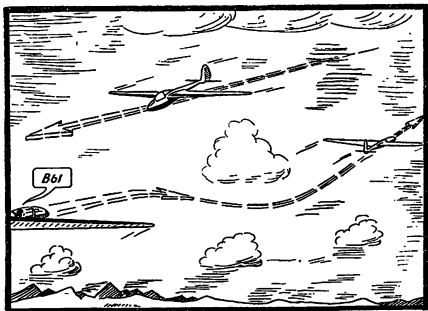


Рис. 162

Если вам удалось набрать высоту 300—400 м, можете уйти от склона в долину и поискать термические потоки для набора еще большей высоты. Но в поисках восходящих потоков не пытайтесь улетать по ветру. В том случае, когда вы улетели по ветру, вернуться обратно к склону значительно труднее и может случиться так, что вам придется сделать посадку раньше, чем хотелось. Улетая от склона против ветра, вы ничем не рискуете. В случае отсутствия в долине термических восходящих потоков, или если вам не удалось их найти, то развернувшись по ветру, вы вернетесь к склону и опять наберете потерянную высоту. Если же поток будет найден, то высота вашего полета еще больше увеличится.

Парение над склоном имеет большое значение для летной тренировки. Здесь вам придется при слабом ветре летать на малой высоте вблизи склона и в сильный ветер — на большой высоте вдали от склона. Вы научитесь бороться со сносом от ветра и получите целый ряд других навыков в технике пилотирования.

2. ПАРЕНИЕ В ТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКАХ

Обнаружить восходящий поток над склоном горы легко. Если вам известно направление и сила ветра над склоном, то вы уже можете определить, возможен ли парящий полет. Находясь в полете, не трудно запомнить места, в которых поднимает планер особенно хорошо, и вам остается лишь летать вблизи этих мест и не выходить из зоны действия восходящих потоков.

Парение в условиях равнинной местности с использованием термических восходящих потоков является более сложным делом. Прежде всего, необходимо еще перед полетом выяснить состояние атмосферы и правильно оценить метеорологическую обстановку.

Вам помогут летчики, летавшие в этот день на самолетах или других планерах, и метеослужба. Если вам сообщат, что в воздухе самолеты испытывают болтанку, то значит есть и восходящие потоки.

В утренние часы появление небольших кучевых облаков также свидетельствует о том, что восходящие потоки начинают свое действие. Если размеры облаков небольшие и вы замечаете, как через некоторое время эти облака начинают постепенно «таять», то это значит, что восходящие потоки еще слабые, невелики по площади и непродолжительны по действию. Обычно считают, что благоприятное для парения время начинается с 9—10 час. утра по местному времени, когда восходящие потоки достигают достаточной для парения планера скороподъемности. К этому времени в солнечный день темные участки земной поверхности (свежая пахота, скошенные посевы и т. д.) успевают достаточно нагреться и начинают излучать тепло в воздух. Поднимающиеся массы воздуха на определенной высоте проявляют себя образованием облаков. Это обычно наблюдается в тех случаях, когда влажность воздуха достаточна, а восходящие потоки достигают уровня конденсации.

Если нет облаков, то это еще не значит, что нет и восходящих потоков; чтобы обнаружить их, необходимо подняться в воздух.

Интенсивность восходящих потоков в течение дня распределяется неравномерно. В утренние часы, когда еще только начинается вертикальное движение воздуха, восходящие потоки имеют еще небольшую скороподъемность и высота их действия не превышает 1000—1500 м над уровнем земной поверхности. Постепенно усиливаясь, восходящие потоки достигают наибольшей интенсивности и скороподъемности к середине дня. В это время большое количе-

ство поднимающегося воздуха можно встретить под облаками и даже между ними.

Часто достаточные для подъема планера восходящие потоки наблюдаются только на определенной высоте (600—800 м), ниже которой снижаться не следует.

К середине дня высота восходящих потоков достигает 1800—2500 м.

Внутри кучевых облаков, где вертикальное движение воздуха наиболее интенсивно, встречаются восходящие потоки со скоростью подъема 15—20 м/сек, которые достигают высоты 4000—8000 м.

В середине дня не только вертикальная скорость восходящих потоков достигает наибольшей величины, но и сами потоки встречаются наиболее часто. Иногда в направлении вашего полета встретится целая серия восходящих потоков, проходя которые, можно далеко улететь, не задерживаясь для набора высоты.

Во второй половине дня, когда прогрев почвы постепенно уменьшается, прежде всего уменьшается количество восходящих потоков. В это время иногда приходится пролетать большое расстояние и потерять много высоты, чтобы встретить новый восходящий поток.

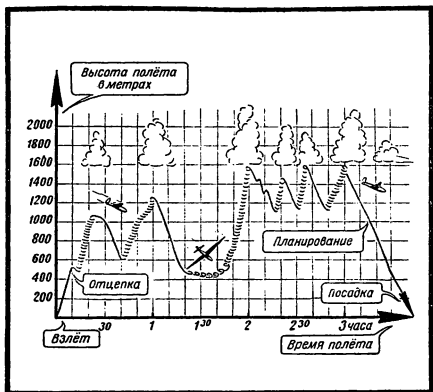


Рис. 163

Во второй половине дня скороподъемность восходящих потоков уменьшается медленно, но к концу дня вертикальное движение воздуха постепенно затухает и потоки становятся слабыми. Когда солнце опускается к горизонту, то начинается общий распад облаков. Только наиболее крупные облака, превратившиеся в грозовые, продолжают свое развитие. Кучевые облака к этому времени медленно растекаются и «тают».

Перед парящим полетом всегда очень важно определить обстановку в воздухе, учтя все особенности погоды данного дня.

После механического старта переход на парящий полет с высоты 200—250 м является наиболее трудным этапом. На малой высоте, когда вы обнаружили слабый восходящий поток, даже еще не поднимающий ваш планер, а только понемногу удерживающий его на имеющейся высоте, думайте не о том, как бы найти наиболее сильный восходящий поток, а о том, как бы удержаться в этом, уже обнаруженном. Даже небольшой подъем, на несколько сантиметров в секунду — это уже большой успех. Каждый метр набранной высоты все больше и больше увеличивает возможности перехода к парению.

Запомните, что на небольшой высоте, равной 200—300 м, восходящие потоки в большинстве случаев имеют небольшую скороподъемность, а это значительно затрудняет начало парящего полета. В этих случаях необходимо строго следить за показаниями вариометра и пилотировать планер особенно внимательно.

Рис. 163. В парящем полете на планере ПАИ-6 23 мая 1953 г. планерист Н. П. Карабанов на втором часу парения с высоты 1300 м снизился до 450 м. Обнаружив на этой высоте слабый восходящий поток, который даже не поднимал планер, а только несколько уменьшал его снижение, планерист ввел планер в спираль с надеждой восстановить высоту. Около 30 мин. планерист спирал, не поднимаясь и не снижаясь более, чем на 50 м. Было ясно, что восходящий поток есть, хотя и очень слабый, и необходимо терпеливо держаться в этом потоке.

Через некоторое время планер постепенно начал подниматься. Высота полета увеличилась до 500 м. Еще через несколько минут — до 800 м. Скорость подъема уже стала 0,5 м в секунду и планер благодаря упорству Карабанова неуклонно набирал высоту. Чтобы набрать 1050 м высоты, им было потрачено около 40 мин. полета. Но теперь планер находился уже под облаками на высоте 1500 м и полет продолжался.

Очень часто бывали случаи, когда в одном и том же месте один планер, находившийся на каких-нибудь 50—100 м выше другого, переходил на парящий полет и набирал в дальнейшем большую высоту, в то время как другому планеру, находившемуся ниже, через некоторое время приходилось заходить на посадку.

Были также случаи, когда в одном и том же восходящем потоке два одинаковых планера все время летают на разной высоте. Можете не сомневаться, что у пилота, планер которого находится

выше, и техника пилотирования более высокая, чем у пилота, планер которого летает ниже.

Переход к парению с малой высоты — самый сложный и трудный элемент парящего полета. Тут нельзя допускать ни одного лишнего движения рулями управления и ни малейшего отклонения скорости полета от экономической. На малой высоте ни в коем случае нельзя делать спирали с креном более $30-40^\circ$. Во-первых, в этом нет необходимости, так как восходящий поток у земли почти всегда более широкий, чем на высоте. Во-вторых, при спирали с креном более 45° скорость снижения планера намного увеличивается и скорость подъема планера сильно уменьшается.

При переходе к парящему полету многое зависит от вашей настойчивости и упорства в борьбе за каждый метр высоты.

Рис. 164. 5 мая 1937 г. в 9 час. 30 мин. утра планеристы В. Л. Расторгуев и П. Павлов почти одновременно взлетели на планерах с намерением выполнить парящий полет на дальность. Оба планериста летели на однотипных планерах Г № 7 конструкции Г. Ф. Грошева.

Прошло больше часа после старта, и вдруг на аэродроме заметили планер, приближающийся на небольшой высоте со стороны города. Это оказался планер П. Павлова, который после того, как над городом потерял воздушный поток и снизился до 400 м, решил, пока не поздно, вернуться. После посадки он сообщил, что видел над городом планер В. Л. Расторгуева, который находился на еще меньшей высоте. Целый день планеристов волновала судьба товарища, так как они не имели сведений о том, как закончился полет Расторгуева. Вечером все выяснилось: пришла телеграмма, в которой сообщалось, что В. Л. Расторгуев пролетел по прямой 539 км и приземлился в Воронежской области. Этим полетом он установил мировой рекорд дальности безмоторного полета.

Несмотря на необходимость снизиться в самом начале полета, находясь на небольшой высоте над городом, где посадочную площадку найти нелегко, В. Л. Расторгуев не допускал мысли о прекращении полета. Благодаря настойчивости, упорству и отличной технике пилотирования он сумел восстановить потерянную высоту и пролететь рекордное расстояние.

В этом полете, взлетев на буксире за самолетом и обнаружив восходящий поток, В. Л. Расторгуев отцепил планер на высоте 300 м и через некоторое время спиралями набрал высоту 1300 м. Однако восходящие потоки встречались еще редко и сила их была не всегда достаточна. Поэтому в начале полета В. Л. Расторгуеву понадобилось более 20 мин., чтобы обнаружить следующий восходящий поток достаточной силы. В этот период полета, снизившись над городом, планерист много спирал в слабых восходящих потоках без существенного подъема.

Только через час после взлета, убедившись, что условия полета постепенно улучшаются, В. Л. Расторгуев направился по маршруту. В 11 час. 30 мин. его планер прилетел в г. Тулу. Здесь восходящие потоки (к середине дня) встречались чаще и облака поднялись до

1700 м. В этих условиях В. Л. Расторгуеву не приходилось тратить много времени и высоты на поиски восходящих потоков и полет выполнялся без больших снижений. Только изредка высота полета уменьшалась до 800—900 м.

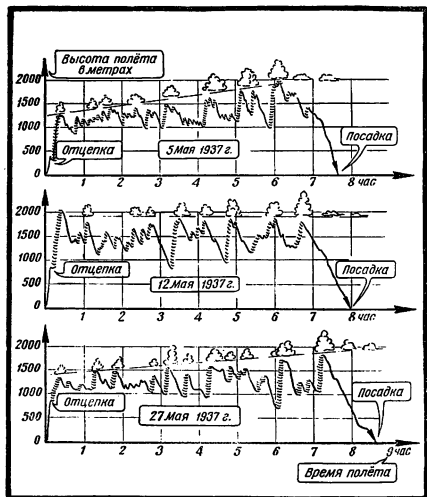


Рис. 164

Во второй половине дня восходящие потоки стали встречаться реже, хотя высота их действия увеличилась до 2000 м. К 18 часам, когда облака стали распадаться, В. Л. Расторгуев летел в безоблачном небе, набирая местами всего по 100—200 м высоты.

К концу летного дня подъем совсем прекратился и в 18 час. 10 мин., через 7 час. 40 мин. после начала полета, планеристу пришлось произвести посадку.

В этом полете В. Л. Расторгуев набирал высоту в восходящих потоках 23 раза и, кроме этого, совершил 36 мелких подъемов. Попутный ветер в большой степени помогал увеличению путевой скорости и даже в режимах набора высоты на спиралях сносил планер со средней скоростью 30—40 км/час. В этот день, при относительно слабом ветре у земли, скорость ветра на высоте была значительной и с подъемом увеличивалась.

Высота м	Скорость ветра	
	в м/сек	в км/час
0	5,0	18
500	5,8	21
1000	8,7	31
1500	13,7	49
2000	23,0	83

На графике этого полета видно, как часто планерист набирал высоту за счет восходящих потоков, поэтому путевая скорость была небольшой.

В другом полете, выполненном 12 мая 1937 г., В. Л. Расторгуев уже меньше задерживался для того, чтобы набрать высоту, и больше планировал в намеченном направлении. В связи с тем, что взлет в этом полете был произведен на 1 час. 30 мин. позже, чем в предыдущем, условия для парения в начале полета оказались лучшими, и это дало планеристу возможность проходить значительные расстояния по прямой без набора высоты и за 7 час. 15 мин. пролететь 602 км.

В первом полете (5 мая) путевая скорость составляла всего 70,2 км/час. Во втором полете (12 мая) путевая скорость была увеличена уже до 85 км/час и это обеспечило увеличение дальности, несмотря на меньшую продолжительность полета. Если в первом полете высота нижнего края облачности увеличивалась медленно, что свидетельствует о недостаточно благоприятных метеорологических условиях в начале летного дня (низкое расположение слоя инверсии), то во втором полете планерист с первых же минут полета встретил высоко расположенную облачность, нижняя кромка которой находилась на высоте 1800—2000 м.

В третьем полете (27 мая 1937 г.) высота облачности также постепенно увеличивалась в продолжении летного дня, что в опре-

деленной степени затрудняло продвижение вперед. Однако улучшение метеорологических условий во второй половине дня позволило увеличить продолжительность полета до 8 час. 45 мин. и дальность — до 652 км.

В начале летного дня, еще до полетов, необходимо с возможной точностью определить расположение нижней кромки облаков.

Когда первоначальный подъем на высоту производится за самолетом-буксировщиком, вы еще до отцепки от самолета имеете возможность лично убедиться, есть ли восходящие потоки и насколько они интенсивны.

Пролетая различные по высоте слои воздуха, в первую очередь постарайтесь определить, с какой высоты начинается болтанка, а также вертикальную скорость в восходящих потоках. Для этого внимательно следите за показаниями вариометра.

Однако при этом необходимо иметь в виду, что на буксире за самолетом вы находитесь в наборе высоты с определенной скороподъемностью (что также отражается на показаниях стрелки вариометра), которую вы должны знать заблаговременно и учитывать, пролетая восходящие и нисходящие массы воздуха.

Пролетая под кучевыми облаками, обратите внимание, в какой части каждого облака ощущается подъем.

Чаще всего восходящие потоки обнаруживаются под теми частями облаков, которые обращены к солнцу, но это можно считать достоверным только в тех случаях, когда вы находитесь под самым облаком, вблизи от его основания, а на меньшей высоте очень многое зависит еще и от ветра, который наклоняет воздушный поток, что создает часто впечатление о наличии восходящих потоков в стороне от облаков или между облаками.

Поэтому при обнаружении восходящего потока не забудьте обратить внимание, как он располагается относительно облака в соответствии с высотами полета.

Поднявшись в буксирном полете на высоту 800—1000 м и в достаточной степени выяснив обстановку в воздухе, можете производить отцепку планера от самолета-буксировщика. Для успешного начала свободного полета лучше всего отцепляться от самолета, находясь в восходящем потоке. Заметив, что вы попали в поднимающуюся массу воздуха, наблюдайте за вариометром и, как только стрелка после наибольшей скороподъемности начнет показывать уменьшение вертикальной скорости, немедленно сбрасывайте трос. После этого сразу же вводите планер в спираль для набора высоты.

В рекордном полете 26 мая 1953 г. В. М. Ильченко, находясь в восходящем потоке, отцепился от самолета на высоте 950 м. Через 10 мин. планер уже поднялся на высоту 1700 м.

Это создало у планериста уверенность в успешности дальнейшего полета и после первого же подъема он развернул планер в направлении намеченного маршрута.

3. ВЫСОТНЫЕ ПОЛЕТЫ

Парящие полеты на планерах обуславливаются возможностями набора высоты. Необходимая высота в парящем полете на большое расстояние последовательно набирается и расходуется в течение всего полета. В тех случаях, когда полет производится с кучевыми облаками или в термических восходящих потоках, высота набирается при помощи спиралей и планер при наборах движется по маршруту только благодаря действию попутного ветра.

Если же вы полетите на дальность с возвращением к месту старта, то вам придется лететь не только с попутным, но и с встречным, или же с боковым ветром в обе стороны маршрута. При полете с встречным ветром во время наборов высоты планер будет сносить в обратную сторону, значительно затрудняя продвижение вперед. Боковой ветер будет сносить планер в сторону от марш-

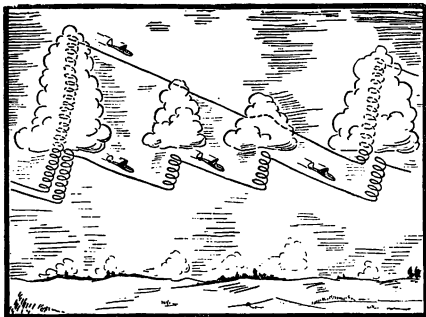


Рис. 165

рута и от этого фактический путь, пролетаемый планером, удлиняется на много километров. Кроме того, необходимость задерживаться для набора высоты под облаками уменьшает путевую скорость и дальность полета. Таким образом всякий парящий полет состоит из наборов высоты и переходов в прямолинейном планировании к следующему восходящему потоку.

Чем меньше тратится времени на набор высоты, тем больше его остается для планирования на дальность. Поэтому необходимо в каждом восходящем потоке набирать максимальную высоту и планировать с этой высоты как можно дальше.

Рис. 165. Обычно планеристы поднимаются до основания облаков, но самые сильные восходящие потоки встречаются как раз внутри каждого облака, что позволяет значительно увеличить высоту полета и сэкономить часть путевого времени.

Высота оснований облаков не превышает 1500—2000 м над землей, высота же самих облаков достигает 3—4 тыс. метров и даже больше. Средняя скорострельность планера под облаками не превышает 2—3 м/сек, а внутри облаков достигает 6—8 м/сек и более.

Если в парящем полете под облаками на прямолинейное планирование при переходах можно расходовать всего 500—1000 м высоты и планировать с 2000 м до 1000 м (ниже 1000 м снижаться не следует, так как можно преждевременно приземлиться), то, летая в облаках, можно расходовать 2000—2500 м высоты.

Использование восходящих потоков внутри облаков и увеличение средней высоты парящего полета дает возможность значительно увеличить дальность и путевую скорость. Для того чтобы летать внутри кучевых облаков, необходимо иметь на планере оборудование для слепых полетов, а вы должны научиться управлять планером по приборам. Планер для полетов в облаках должен быть оборудован воздушными тормозами, которые применяются для уменьшения скорости при пикировании. Дело в том, что у планеров скорость пикирования может превышать максимально допустимую ввиду очень малого лобового сопротивления и для уменьшения ее необходимо пользоваться воздушными тормозами.

Но самое главное и самое сложное — это научиться определять, в какое облако входить можно, а в какое нельзя. Главное потому, что входить в облако вам нужно не для того, чтобы через несколько минут «вывалиться» из него, а для набора максимальной высоты. Сложное потому, что облака не похожи друг на друга.

В отдельные кучевые облака входить можно. Но не следует входить в грозовое и в темное кучевое дождевое облако; особенно во второй половине дня. В первой половине дня, когда облака начинают только развиваться, можно входить почти в каждое облако, но во второй половине дня, когда многие облака достигают пределов своего развития и делаются очень большими, нужно быть достаточно внимательным, чтобы не попасть в грозовое облако.

В кучевом облаке, развивающемся преимущественно в высоту, преобладают восходящие потоки и полет в нем трудностей не представляет. Если же облако заметно развивается в стороны и становится темным, то в таком облаке можно встретить не только восходящие, но и сильные нисходящие потоки. Если большое облако развивается беспорядочно и отдельными шапками, то лучше не входить в него, а, поднявшись до его основания, перейти к следующему.

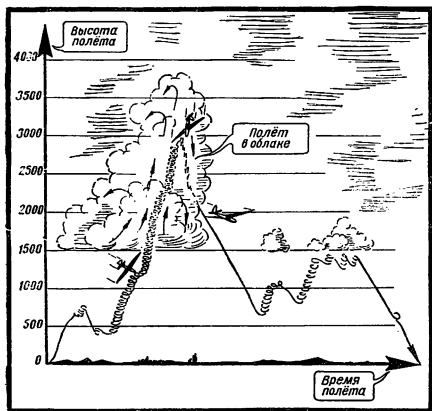


Рис. 166

Рис. 166. В 1953 г. на планерных соревнованиях в г. Калуге планерист М. М. Веретенников на планере ПАИ-6 вошел в большое кучевое облако с целью набрать максимальную высоту.

Пролетая на высоте 400 м, планерист обнаружил под этим облаком слабый восходящий поток и спиралями поднялся до его основания. На высоте 1500 м Веретенников вошел в облако и продолжал подниматься внутри него до высоты 3100 м. Здесь планерист не смог удержаться в восходящем потоке и планер быстро полетел вниз. Только на высоте 2300 м планер вышел в сторону от облака, потеряв в беспорядочном падении 800 м высоты.

Полеты в кучевых облаках требуют достаточной практики; планерист должен научиться полностью переключать свое внимание на пилотирование планера только по приборам и отвыкнуть от реагирования в слепом полете на свои собственные ощущения. Если без достаточной тренировки войти на планере в облако, то вначале все будет хорошо; но через некоторое время стрелки приборов разбегутся в разные стороны, вы потеряете пространственное представление, не сможете управлять планером и он вывалится из облака.

Высотные полеты — это вообще наиболее трудные полеты. Кроме того, что планер необходимо пилотировать по приборам, на высоте более 4000 м вы будете ощущать недостаток кислорода, а также влияние низких температур. В облаках может наступить обледенение планера, которое не только заметно ухудшает его летные данные, но также значительно усложняет управление планером. При этом часто обмерзают стекла фонаря кабины и отказывают приборы.

Высотные полеты в воздушных волнах в начале набора высоты обычно сопровождаются сильным ветром и жестокой болтанкой. Когда же планер попал в воздушную волну, начинается совершен-

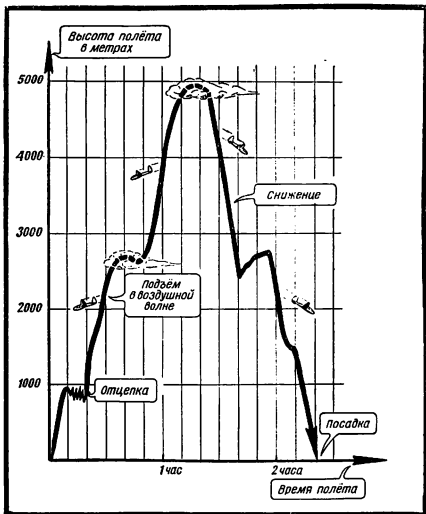


Рис. 167

но спокойный подъем с вертикальной скоростью в 7—10 м/сек: планер, как бы остановившись над землей, против ветра, набирает высоту над одним и тем же местом.

Рис. 167. В полете с помощью воздушной волны 6 декабря 1951 г. планерист Виталий Симонов набрал высоту 5000 м.

С помощью самолета-буксировщика планер Симонова был поднят на высоту 900 м. Долетев на этой высоте до горы, за которой была обнаружена воздушная волна, Симонов произвел отцепку и через 50 мин. полета достиг максимальной высоты. В этом полете планер Симонова сначала набрал высоту 2700 м, потом вышел из волны, потерял часть высоты и, обнаружив волну снова, поднялся уже до 5000 м.

В другом полете Симонов достиг высоты 6775 м.

Высотные полеты открыли еще больше возможностей для развития планерного спорта и значительно увеличили перспективы совершенствования техники пилотирования в парящих полетах.





Глава двенадцатая

РЕЖИМЫ ПАРЯЩЕГО ПОЛЕТА

Парение в термических восходящих потоках над равнинной местностью с целью достижения наибольшей дальности свободного полета, перелета в заранее намеченный пункт, а также полета по маршруту с возвращением к месту старта, производится, как правило, на двух режимах:

1) набора высоты на спиральных внутри восходящего потока с целью восстановления потерянной на планировании высоты;

2) прямолинейного планирования от одного очага восходящего потока к следующему в соответствии с общим направлением полета.

Рис. 168. Рекордный полет В. Ильченко, начало которого описано выше, может служить образцом по выдерживанию указанных выше режимов парящего полета. В этом полете достаточно четко разделяются режимы набора высоты и прямолинейного планирования в заранее намеченном направлении. Только в одном месте, ввиду неблагоприятных метеорологических условий и слабого развития облаков в районе г. Тамбова, В. Ильченко пришлось отклониться от маршрута. В связи с этим фактическая дальность полета составляет 870 км, хотя официально зарегистрированная дальность по прямой почти на 40 км меньше. Правильность выдерживания режимов полета подтверждается высокой путевой скоростью и небольшим расходом высоты. Средняя путевая скорость с учетом скорости ветра составляет 101 км/час. В течение полета, продолжавшегося 8 час. 38 мин., В. Ильченко 29 раз набирал высоту в восходящих потоках и в общей сложности набрал 17310 м. Высота набиралась постепенно по мере ее расходования.

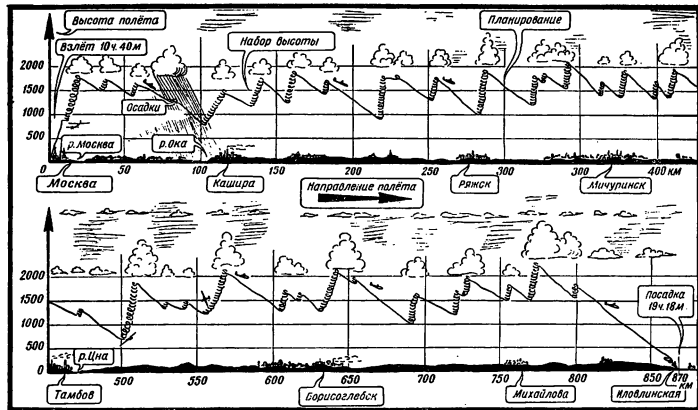


Рис. 168.

Наибольшая высота, набранная в районе г. Тамбова, составляет 1200 м. Наибольшая скороподъемность была обнаружена в районе г. Рязька и равна 5,0 м/сек. Однако средняя скороподъемность составляет всего 1,34 м/сек.

Весь полет произведен на высоте 1200—2000 м. Исключение составляют только три снижения ниже 1000 м, когда планер попал в неблагоприятные метеорологические условия. Наименьшая высота полета, которая была допущена в районе г. Тамбова, равна 700 м.

В течение всего полета на набор высоты в спиральных истрачено 3 часа 35 мин. За это время планер снесло ветром на 155 км в направлении полета.

В режиме прямолинейного планирования планер находился также 29 раз. Средняя скорость планирования при переходах от облака к облаку, без учета скорости ветра, составляет 98,5 км/час.

В общей сумме на режимах планирования планер находился 5 час. 03 мин. и за это время пролетел 497 км воздушного пути. С учетом сноса попутным ветром на режимах планирования планер пролетел 715 км при средней путевой скорости 142 км/час. Таким образом, в течение всего полета планер унесло ветром на 373 км.

В течение всего полета, в спиральных и на прямолинейных участках, при средней скорости 95 км/час для всех режимов, планер пролетел воздушный путь, равный 820 км. Почти половину этого пути планер пролетел, находясь в спиральных, и продвигался по маршруту только благодаря ветру. За время набора высоты В. Ильченко пришлось выполнить около 900 спиралей. Средняя скорость ветра на высоте этого полета составляла 12 м/сек, или 43,2 км/час. Сильный попутный ветер во многом способствовал успеху полета и почти полностью компенсировал потери времени для набора высоты.

Увеличение скорости планирования на отдельных участках до 120—140 км/час и даже 170 км/час не дало существенного прибавления в дальности и привело только к излишнему расходу высоты на этих скоростях полета.

Средняя относительная дальность, которая определяется дальностью полета с каждого километра набранной высоты, с учетом действия попутного ветра, в этом полете достигает 50,3 км. Средняя относительная дальность, с которой планер летел в прямолинейном планировании при переходах от одного облака к другому и без учета влияния попутного ветра, составляет значительно меньшую величину, равную всего 28,7 км. Это означает, что с высоты каждой тысячи метров планер пролетал в среднем 28,0 км воздушного пути.

На прямолинейных участках полета средняя относительная дальность с учетом влияния попутного ветра увеличивалась до 41,4 км.

Благоприятные метеорологические условия и правильная тактика в выборе режимов полета создают впечатление, что планер в течение всего полета двигался по прямой с наивыгоднейшей ско-

ростью 101 км/час, так как путевая скорость в этом полете оказалась почти равной наивыгоднейшей скорости планера.

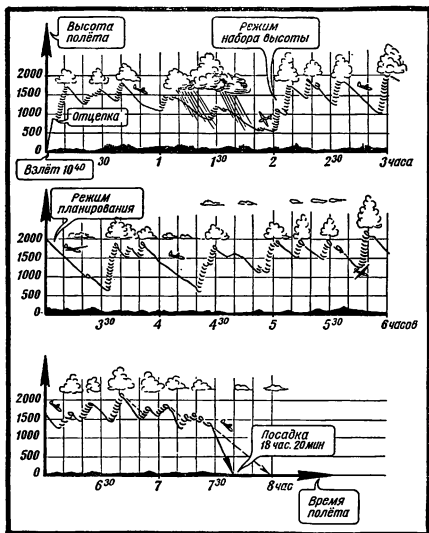


Рис. 169

Рис. 169. Интересен также полет И. Романова, который стартовал вместе с Ильченко и летел в совершенно одинаковых условиях на одноместном планере типа А-9.

Планер А-9 отличается от планера А-10 меньшим полетным весом и соответственно меньшей наивыгоднейшей скоростью, а так-

же меньшим радиусом спирали, при одинаковом крене. В связи с этим, при одинаковом аэродинамическом качестве планер Романа медленнее продвигался вперед на режимах прямолинейного планирования, но зато быстрее набирал высоту в восходящих потоках воздуха. Поэтому средняя скороподъемность в полете Романа оказалась большей, чем в полете Ильченко, которому на тяжелом планере с большим радиусом спирали было труднее держаться в восходящих потоках.

И. Романов продержался в воздухе 7 час. 40 мин. и пролетел за это время 751 км по прямой. Однако в связи с обходом района неблагоприятных метеорологических условий, длина пути по маршруту оказалась большей, так же как и в полете Ильченко, и равна 791 км.

В течение всего полета Романов 24 раза набирал высоту и в общей сложности набрал 14 300 м, затратив на это 1 час. 55 мин. Кроме того, на мелких подъемах по 50—100 м за 10 мин. было набрано еще 900 м высоты. Средняя скороподъемность в режимах набора высоты оказалась равной 2,07 м/сек. Наибольшая скороподъемность равна 4,2 м/сек.

В наборе высоты, когда планер кружился под облаками, его унесло ветром на 90 км.

На режимах прямолинейного планирования планер находился 24 раза и за 5 час. 35 мин. пролетел 459 км воздушного пути. Но так как планирование происходило в сторону ветра, то за это время планер унесло еще на 242 км. В течение всего полета планер унесло ветром на 322 км.

Средняя скорость планирования на прямолинейных участках полета без учета ветра получилась равной 82 км/час. Путевая скорость в режимах планирования с учетом действия ветра увеличилась до 125 км. Путевая скорость всего полета оказалась в среднем на 2 км большей, чем в полете Ильченко ввиду меньшего расхода времени на наборы высоты и равна 103 км/час.

В начале полета, хотя оба планера отцепились от самолета-буксировщика одновременно, Романов через 1 час полета отстал на 3 мин. и потерял из виду планер Ильченко. Однако на четвертом часу полета планер Романа догнал планер Ильченко, и хотя во время встречи находился на значительно меньшей высоте, в дальнейшем обогнал его и уже на пятом часу полета (в районе г. Тамбова) Ильченко набирал высоту через 9 мин. после того, как у этого же облака находился планер Романа.

Именно в этот период полета Ильченко пришлось 13 раз набирать высоту, которую он быстро терял ввиду повышенной скорости планирования. Романов в этот период набирал высоту всего 10 раз.

Но у Романа нехватило настойчивости и опыта для успешного завершения полета: он не использовал полученные преимущества и совершил посадку на целый час раньше. Объясняется это тем, что во второй половине полета, когда восходящие потоки стали встре-

чаться реже, Ильченко изменил тактику полета и стал на режимах планирования лететь на скоростях, близких к наивыгоднейшим, экономно расходуя высоту.

Романов, наоборот, стал планировать на более высоких скоростях, особенно на последнем участке полета.

Тем не менее средняя относительная дальность (с учетом действия попутного ветра) в полете Романова достигла 52 км. Только на режимах планирования, но также с учетом влияния попутного ветра, относительная дальность полета оказалась 46,1 км. Без учета действия ветра средняя относительная дальность при переходах на режимах планирования достигла 30,2 км.

Успех всякого парящего полета зависит не только от летных данных планера, значение которых очень велико, но и от тактики выполнения парящего полета на режимах набора высоты и прямолинейного планирования. Эта тактика должна изменяться в соответствии с метеорологическими условиями полета.

Всегда нужно стремиться к тому, чтобы на режимах набора быстрее набирать высоту и экономно расходовать ее, двигаясь на режимах планирования с наибольшей наивыгоднейшей скоростью. У планера А-10 наивыгоднейшая скорость является самой большой относительно всех других одноместных и двухместных планеров, но дальнейшее увеличение этой скорости не должно достигаться за счет ухудшения парящих свойств планера.

1. РЕЖИМ НАБОРА ВЫСОТЫ В ВОСХОДЯЩИХ ПОТОКАХ

Для успешного набора высоты недостаточно еще обнаружить восходящий поток. Нужно уметь найти центр этого потока и спираль в местах наибольшего подъема. Определение подъема планера производится главным образом по указателю подъема и снижения (вариометру). Немалое значение имеют и ощущения самого пилота. Приближение планера к восходящему потоку отмечается характерными толчками. Граница между нисходящим и восходящим потоками является зоной «болтанки». В однородной поднимающейся массе воздуха «болтанка» значительно слабее, а внутри восходящего потока, как правило, она почти не ощущается.

Отыскание центра потока и набор высоты следует производить, руководствуясь показаниями вариометра. Необходимо при этом иметь в виду, что вариометр правильно показывает скороподъемность восходящего потока только при постоянной скорости планирования. Если вы при обнаружении восходящего потока уменьшаете скорость полета, то создаете ложное показание скороподъемности восходящего потока. В момент уменьшения скорости вариометр показывает значительный подъем и вы, пользуясь его показаниями, можете преждевременно ввести планер в спираль.

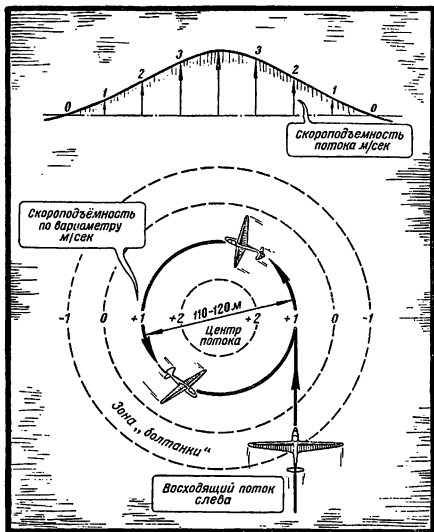


Рис. 170

Рис. 170. В прямолинейном полете на наивыгоднейшей скорости приближение стрелки вариометра к нулю показывает наличие восходящего потока, поднимающегося со скоростью около одного метра в секунду. Ни в коем случае нельзя изменять скорость планирования в начале зоны восходящего потока. При наступлении подъема в 1 м/сек энергично, не меняя скорости, вводите планер в левую спираль с креном не более 45° . В развороте наблюдайте за вариометром и определяйте, где находится центр потока.

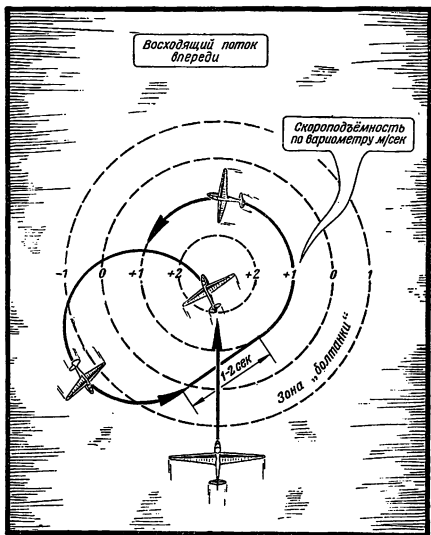


Рис. 171

Рис. 171. В том случае, когда в начале разворота скорость подъема увеличилась, а с изменением направления полета на 90° упала до 0, можно сделать вывод, что спираль начата близко от центра потока, а в развороте планер ушел влево от него. В этом случае рекомендуется после разворота на $200-300^\circ$ энергично вывести планер из спирали и через 1—2 сек. опять ввести его в спираль и наблюдать за вариометром.

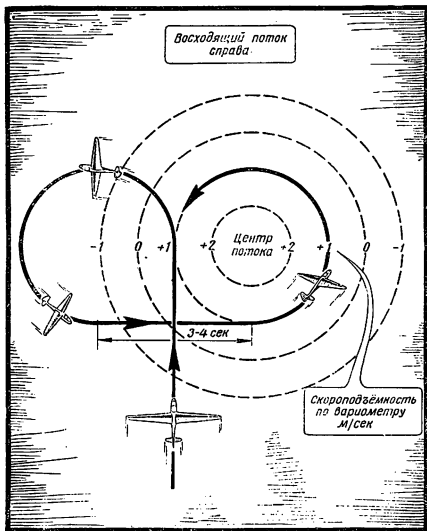


Рис. 172

Рис. 172. Если после разворота на 180° планер начинает снижаться, то это означает, что поток находится справа. Продолжайте в этом случае разворот на $260-270^\circ$, после чего энергично выводите планер из разворота и летите по прямой, пока скороподъемность не поднимется до 1 м/сек ; тогда снова вводите планер в спираль. Во всех случаях необходимо сокращать время ввода и вывода планера из спирали.

Начиная спираль при скороподъемности до 1 м/сек, можно с уверенностью сказать, что восходящий поток находится перед вами. Во время первых спиралей следует определить, где находится центр потока: справа или слева. Если при развороте на 180° скороподъемность не изменилась, это значит, что вы начали спираль с правой части потока и центр его находится внутри спирали. Развернувшись на 360° и убедившись в правильности предположений, можете уменьшить скорость и соответственно радиус спирали.

Уменьшать скорость рекомендуется только после каждого витка спирали, т. е. в направлении вашего прямолинейного полета. Уменьшать радиус спирали за счет увеличения крена не рекомендуется, так как при крене более 45° значительно увеличивается скорость снижения планера и растет перегрузка.

Радиус спирали планера А-9 на скорости 85 км/час с креном 45° равен 55—60 м. Радиус спирали планера ПАИ-6 на скорости 70 км/час — 40—45 м. Таким образом, при развороте на 360° вы исследуете массу воздуха диаметром 80—120 м.

Указанные рекомендации соответствуют диаметру восходящего потока (при скороподъемности его в 2 м/сек), равного диаметру спирали планера 110—120 м.

При более узком или более широком потоке для отыскания его центра потребуются 3—4 спирали, хотя сам характер полета не изменится. Наибольшая скороподъемность всегда достигается на минимальной скорости, так как уменьшение скорости с 85 до 60 км/час уменьшает радиус спирали почти вдвое, а скорость снижения планера увеличивается не более, чем на 0,5 м. Крен увеличивать не следует. На малых скоростях с большим креном планер летит на критических углах атаки, часто сваливается на крыло и при «клевках» излишне теряет высоту.

Рис. 173. Находясь в спирали, также не рекомендуется изменять крен с целью вытягивания ее в сторону большего подъема. Если вы не имеете достаточного опыта, то, меняя крен, через несколько спиралей можете выйти из потока, потеряв его центр, потому что вам еще трудно уловить момент, когда нужно уменьшить крен. Уменьшая крен в местах наибольшего подъема, т. е. вблизи центра потока, планер через три-четыре спирали выйдет из него.

Рис. 174. При парении в ветреную погоду необходимо иметь в виду, что планер на наборе высоты всегда сносится по ветру больше, чем восходящий поток, ввиду меньшей скороподъемности на 1—1,5 м/сек. Происходит это потому, что при одинаковом действии ветра, восходящий поток движется вверх под большим углом к горизонту, чем планер.

Опытные планеристы, руководствуясь показаниями вариометра, осторожно, небольшими изменениями крена вытягивают спираль в сторону против ветра и поэтому все время находятся в потоке. Начинаящему парителю можно прибегать к смещениям спирали за счет крена только после достаточной отработки основных элементов парения.

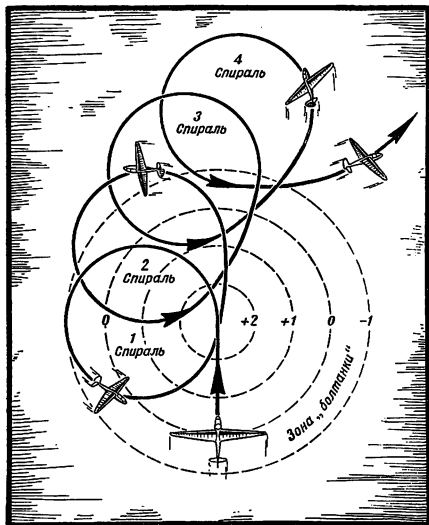


Рис. 173

В режиме набора высоты в восходящем потоке воздуха полезно наблюдать за другими планерами, которые набирают высоту в этом же потоке, и не только для того, чтобы не столкнуться с ними, но и для того, чтобы по их подъему и снижению относительно вашего планера научиться определять, в какой стороне и в какой части спирали «держит» лучше, а в какой хуже.

Если ваш планер поднимается относительно другого, то значит в этой части спирали подъем больше, чем в той, в которой в данный момент находится ваш товарищ.

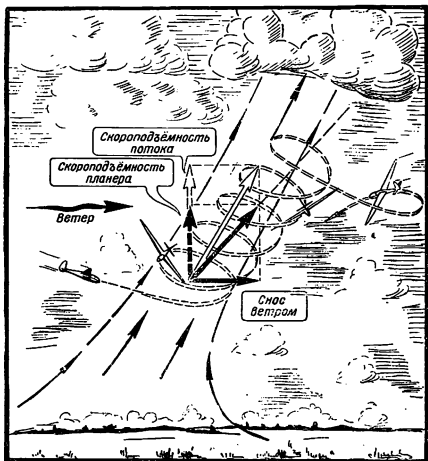


Рис. 174

2. РЕЖИМ ПЛАНИРОВАНИЯ В ПАРЯЩИХ ПОЛЕТАХ

В парящем полете вам придется продолжительное время находиться в восходящих и нисходящих массах воздуха. Поэтому перед вами стоит задача набирать максимально возможную высоту в восходящих потоках и наиболее экономно расходовать ее, пролетая нисходящие потоки. Больше половины парящего полета над равнинной местностью производится в прямолинейном планировании с минимальным углом траектории. Поэтому вам необходимо знать наивыгоднейшие скорости планирующего полета и уметь их точно выдерживать в различных условиях. Несоблюдение этих скоростей ведет к значительному проигрышу в высоте, дальности и продолжительности парящего полета.

Восходящие массы воздуха, как правило, сосредоточены . . . больших участках. В большинстве случаев скорость их подъема достигает 2—3 *м/сек* и более. Нисходящие массы воздуха имеют, правда, меньшие скорости снижения, но зато располагаются на больших пространствах.

Когда вы летите прямолинейно, то не всегда нужно держать наимыгоднейшую скорость, которая соответствует наибольшему аэродинамическому качеству планера при спокойном состоянии атмосферы. Если вы летите по ветру или против ветра, то необходимо соответственно изменить и наимыгоднейшую скорость планирования, чтобы в этих условиях также лететь с минимальным углом планирования.

Если вы пролетаете нисходящую или восходящую массу воздуха, то скорость планирования должна быть изменена с тем, чтобы и в данном случае режим полета был бы наимыгоднейшим.

Определение наимыгоднейших режимов каждого планера производится на основании поляры скоростей. По графику легко определяются наимыгоднейшие скорости полета при прямолинейном планировании.

Намыгоднейшая скорость планера А-9 равна 85—90 *км/час*, планера ПАИ-6 — 70—75 *км/час*, а двухместного планера А-10 — 100 *км/час* — при скорости снижения до 1 *м/сек*. При переходах от одного восходящего потока к другому на меньшей скорости планер проигрывает в дальности полета, а на большей проигрывает в высоте.

Определяя вертикальные скорости в полете, нужно твердо помнить, что вариометр показывает суммарную скорость снижения планера и вертикального движения воздуха. Так, например, если на скорость 90 *км/час* для планера А-9 вариометр показывает 1 *м* снижения, то значит вертикальных потоков нет. Нулевое положение стрелки вариометра показывает восходящий поток скоростью в 1 *м/сек*; 2 *м* снижения по вариометру означают нисходящий поток в 1 *м/сек* и т. д.

При постоянной скорости планирования показания вариометра могут изменяться только от движения воздуха вверх или вниз. Очень часто планеристы, попадая в нисходящий поток, увеличивают скорость планирования, однако, заметив, что и снижение возросло, ошибочно еще более увеличивают скорость полета, стремясь быстрее проскочить поток, но этим только излишне увеличивают угол планирования. Всегда нужно стараться держать соответствующую наимыгоднейшую скорость с учетом показаний вариометра. Во всех случаях для планера А-9 скорость полета не должна превышать 110 *км* и для ПАИ-6 — 90 *км*. Даже при встречном ветре 10 *м/сек* и снижении до 4 *м/сек* для планера А-9 невыгодно увеличивать скорость выше 120 *км/час* и для ПАИ-6 — 100 *км/час*.

Теория парящего полета показывает, что чем больше скороподъемность планера в восходящем потоке, тем большую можно держать скорость планирования при переходах к другому восходя-

щему потоку. Однако это верно только в том случае, если вы можете быть уверены, что впереди обязательно встретите следующий мощный восходящий поток. В противном случае вы рискуете потерять много высоты, которую с трудом придется восстанавливать в дальнейшем.

Прямолинейный полет по ветру целесообразно производить на скоростях, близких к наивыгоднейшим. В парящих полетах на соревнованиях и при попытках превышения существующих достижений по безмоторному полету точное выдерживание режимов полета имеет большое значение. Небольшие потери в высоте и времени для ее восстановления на отдельных участках в конечном итоге составляют большую величину, существенно влияющую на результат полета.

Если вы в прямолинейном планировании не выдерживаете наивыгоднейшие режимы и летаете на повышенных скоростях с целью увеличения крейсерской скорости, то выигрыш во времени значительно уменьшается в связи с необходимостью чаще задерживаться для восстановления быстро потерянной высоты. Поэтому превышение наивыгоднейшей скорости при переходах необходимо строго сочетать с действием ветра и интенсивностью восходящих потоков.

Рис. 175. В июне 1952 г. при выполнении одного из самых сложных полетов на дальность с возвращением к месту старта три известных планериста В. Ильченко, А. Медников и К. Егоров летели в одинаковых условиях и на однотипных планерах А-9. Все три планериста, несмотря на различие в тактике парящего полета, пролетели туда и обратно более 350 км. Первую половину пути планеристы летели по ветру, а вторую — против ветра.

Планерист В. Ильченко, как видно из графика его полета, стремясь увеличить крейсерскую скорость полета, держал повышенную скорость при переходах, и поэтому ему пришлось в течение полета 20 раз восстанавливать быстро теряемую высоту (не считая мелких подъемов). Всего за полет продолжительностью 8 час. 37 мин. ему удалось набрать в общей сложности 14 100 м высоты. При этом в каждом наборе он увеличивал высоту своего полета на 200—500 м. Для восстановления расходуемой на планировании высоты в режимах набора В. Ильченко пришлось потратить 3 час. 20 мин. парящего полета. При этом средняя скороподъемность в наборе высоты составляла 1,17 м/сек. Небольшая средняя скороподъемность свидетельствует о том, что планеристу приходилось наряду с мощными потоками, достигающими скорости подъема до 4—5 м/сек, использовать для набора высоты и слабые потоки с малой скороподъемностью.

Планерист А. Медников в этот же день продержался в воздухе 7 час. 48 мин. За это время ему пришлось набирать высоту 6 раз (не считая мелких подъемов), и на это было потрачено 1 час. 51 мин. полетного времени. В общей сложности А. Медников набрал высоту 12 120 м при средней скороподъемности 1,82 м/сек. При переходах в прямолинейном полете А. Медников выдерживал скорости, близкие к наивыгоднейшим, благодаря чему снижался

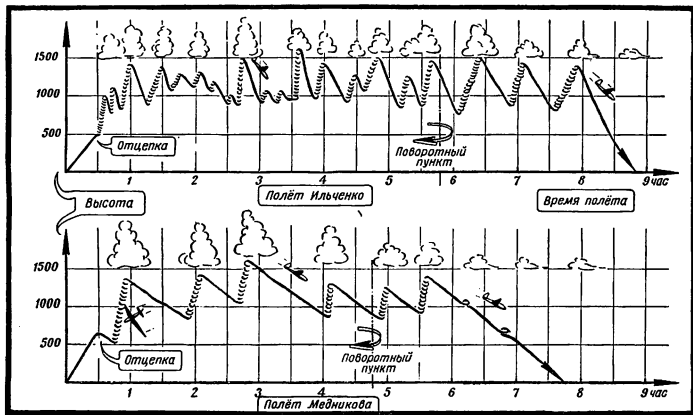


Рис. 175

медленно и имел возможность не задерживаться для восстановления высоты в слабых восходящих потоках.

Аэродинамическое качество планера оказывает наиболее существенное влияние на дальность парящего полета. Однако решающее влияние оказывает средняя относительная дальность, которой удастся достигнуть при переходах на прямолинейном планировании.

Средняя относительная дальность, достигнутая В. Ильченко 26 мая 1953 г. (в его рекордном полете) на прямолинейных участках планирования и без учета попутного ветра, оказалась равной 28,7 км. При этом он пролетел на планировании 497 км воздушного пути и «израсходовал» 17 300 м высоты.

На другом планере, который имел бы при тех же условиях полета среднюю относительную дальность 40 км, В. Ильченко смог бы пролететь это же расстояние, «израсходовав» всего 12 420 м высоты. Таким образом, сэкономив 4890 м высоты, им было бы сэкономлено около 1 часа полетного времени, которое в рекордном полете было затрачено на набор высоты. За это время В. Ильченко смог бы пролететь, при средней скорости планирования, равной 101 км/час, дополнительное расстояние в 90—100 км.

В результате за счет увеличения средней относительной дальности планера при переходах от одного облака к другому В. Ильченко в своем рекордном полете смог бы пролететь вместо 870 км расстояние, равное 960—970 км.

Обычно в первой половине дня, когда вертикальное движение воздуха только развивается, необходимо лететь осторожно, строго выдерживая наивыгоднейшие режимы и экономно расходуя каждый метр высоты полета. В этот период дня нельзя пренебрегать даже очень слабыми потоками и небольшой скороподъемностью.

В середине летного дня, когда количество и скороподъемность восходящих потоков достигает наибольшего развития, необходимо использовать все возможности для увеличения путевой скорости и в зависимости от условий стараться не задерживаться в слабых потоках.

Когда кучевые облака располагаются по ветру, образуя так называемые облачные дороги, то в этих случаях, находясь в восходящем потоке, можно лететь с повышенной скоростью под облаками. Для этого лучше всего подниматься под самое облако и вблизи его основания переходить к следующему. Однако необходимо иметь в виду, что облака имеют большие размеры и вам может казаться, что вы находитесь близко от облака, хотя на самом деле до его основания остается еще 150—200 м. Только тогда, когда вы увидите бурное движение частей облака и горизонт начнет закрываться мутной дымкой так, что уже не будет видно других облаков, можете считать, что высота вашего полета близка к основанию облака. Когда вы находитесь на большой высоте под облаками, то набрать потерянные на планировании 200—300 м значительно легче, чем восстановить потерянную высоту, находясь далеко внизу от облаков.

Запомните, что искать сильные восходящие потоки нужно не по сторонам, а вверх, под самыми облаками. Поэтому, поднявшись к основанию облака, старайтесь лететь от облака к облаку, сохраняя имеющуюся высоту. На большой высоте под облаком очень часто не видно других облаков, к которым нужно лететь, и видна только часть земной поверхности, а горизонт закрыт. Для правильного определения направления полета к следующему облаку приучайтесь распознавать характер облаков по их теням на земле.

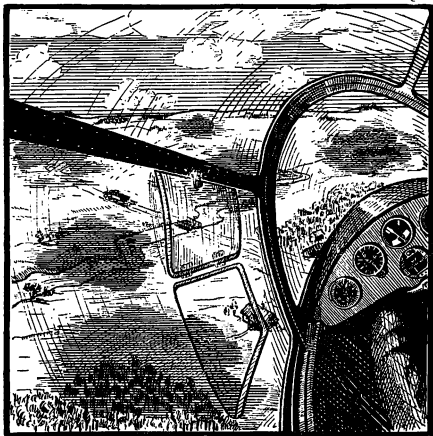


Рис. 176

Рис. 176. Прежде всего вам необходимо точно определить тень на земле от нашего облака, под которым вы набираете высоту. После этого, в соответствии с направлением ветра и направлением вашего полета, определяйте состояние находящихся впереди облаков. Если впереди облако такое же темное и округленное, как и то, под которым вы в настоящий момент находитесь, можете быть уверены, что под ним также есть восходящий поток. Когда

же контуры облака просвечивают и тень от него имеет цвет менее темный, а края ее выражены неотчетливо, то к этому облаку лететь не следует.

Научиться распознавать облака по их теням очень полезно. Опытные планеристы легко распознают характер облаков и их расположение по теням на земле и одновременно ведут ориентировку на местности.

Подлетая к очередному облаку, постарайтесь определить, растущее оно или распадающееся. Если облако имеет в теневой стороне темный цвет с мягким желтоватым оттенком и светлое с солнечной стороны, а очертания его округлены, то это облако растущее и является вершиной восходящего потока. Если же купол облака распадается прядями, которые принимают темносиний оттенок и части его медленно тают, то это «умирающее» облако и восходящий поток под ним уже отсутствует.

Восходящие потоки к концу дня действуют только на высоте, а в нижних слоях воздуха восходящих потоков почти нет. Поэтому к концу летного дня после последнего набора высоты, необходимо установить наимыгоднейшую скорость и планировать в заданном направлении.

Если вам удалось набрать высоту 1500—2000 м, то в период захода солнца вы сможете пролететь еще несколько десятков километров, так как на своем пути встретите медленно поднимающиеся большие массы воздуха, получившие тепло от остывающей земной поверхности, что значительно уменьшит угол планирования и увеличит дальность вашего полета.

3. ПАРЕНИЕ С ГРОВОМ ФРОНТОМ

Летая впереди грозового фронта, можно достигнуть большой высоты и пролететь значительное расстояние. На средних высотах (1500—2000 м) перед грозовым фронтом всегда наблюдаются сильные восходящие потоки. Поднимающиеся массы воздуха располагаются на больших пространствах и бывают протяженностью в несколько десятков километров. Летать вдоль грозовых облаков лучше по прямой. Двигаясь при этом от одного конца облака до другого, вы почти все время будете находиться в восходящем потоке. Входить в грозовое облако не следует даже в том случае, если вы умеете летать вслепую, пользуясь только приборами. Грозовое облако отличается от всех других тем, что внутри него воздух вместе с парами воды беспорядочно движется в разных направлениях. Скорость воздушных потоков в грозовых облаках может превышать скорость полета вашего планера и это значительно усложнит полет.

Представьте себе, что вы неожиданно попали в среду, которая движется в том же направлении, что и вы, но еще с большей скоростью. Это равносильно тому, что ваш планер потерял скорость совсем или даже стал двигаться назад. Через несколько

секунд вы вдруг попадаете в массу, которая движется на вас или сверху вниз, а планер даже не успел еще изменить своего положения. В этих условиях очень трудно понять, что происходит, и через несколько минут ваш планер «вывалится» из облаков в непонятном для вас положении.

Кроме того, огромное количество влаги, находящейся в грозовом облаке, с увеличением высоты и понижением температуры окружающего воздуха может превратиться в дождь, град и снег. Поэтому внутри грозового облака вас могут ожидать неприятности не только от жесткой болтанки, но и от встречи с твердыми осадками, а также может наступить обледенение.

В июле 1937 г. известный планерист И. Коротов поднялся в воздух на двухместном планере с пассажиром. Планерист предполагал выполнить парящий полет с большим набором высоты и поэтому отцепился от самолета на высоте всего 120—150 м. Кружась над аэродромом более часа, планер набрал высоту 3600 м и здесь вошел в громадное грозовое облако. Но И. Коротов надеялся набрать еще большую высоту и продолжал парение в облаке. Вначале все было хорошо; планер попал в поток, восходящий со скоростью 6—7 м/сек. Но по мере набора высоты планер попадал то в дождь, то в град и даже в сильную снежную метель. Планер начало сильно бросать в разные стороны. Временами на крыльях появлялся лед. Наконец, на высоте 4600 м планерист потерял возможность управлять планером. Стрелка указателя скорости, по рассказу Коротова, отклонилась в обратную сторону и, когда он зажал ручку управления в нейтральном положении, вдруг остановилась на делении 240 км/час. Еще через короткий промежуток времени планер начал разваливаться. Пассажир оказался выброшенным из планера, разломавшегося с сильным треском. Коротову пришлось выбираться из стремительно падающей кабины.

Хотя в этом полете и была набрана высота 4896 м, но планер с этой высоты падал по частям, а планеристы опускались на парашютах. Вот почему в парящем полете не следует попадать в грозовое облако, а исправный парашют всегда должен быть с вами.

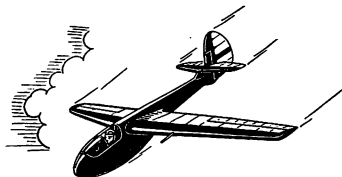
Парашют надежно обеспечивает безопасность пилота, но пользоваться им нужно умело. Если вам приходится покинуть планер на высоте большей, чем 200 м, то ни в коем случае не спешите раскрывать парашют. Когда уже нет возможности продолжать полет, то, покинув планер, постарайтесь удалиться от него как можно дальше, чтобы падающий планер не зацепил вашего парашюта.

В 1938 г. известный планерист Н. Макаров на планере Г-9 решил в перевернутом положении сделать петлю Нестерова.

На этой фигуре планер не выдержал перегрузок, так как не был рассчитан для подобного случая, и сломался в воздухе. Одно крыло осталось на фюзеляже, а другое, оторвавшись, стало падать отдельно. Планерист сбросил крышку кабины, отстегнул ремни и, выбросившись из планера, быстро открыл парашют. Миню спускающегося парашютиста, лишь случайно не зацепив его, с большой скоростью пронесся вниз разломанный планер.

Запомните, что открывать парашют можно только тогда, когда вы достаточно удалились от планера.

Не вздумайте открывать парашют в облаке. Если вам придется покинуть планер внутри облака, то даже тогда, когда вы достаточно удалились от развалившегося планера, не спешите дергать кольцо. Нужно спокойно падать до тех пор (хотя это вам и покажется мучительно долго), пока облако не останется где-то вверху или вы отчетливо не увидите землю. Только после этого можно открыть парашют. Если же вы дернете кольцо внутри облака, можете считать себя счастливым, если вас просто как следует поболтает и унесет километров на 20 в сторону: в облаке воздушный поток очень легко может смять или даже порвать купол парашюта.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижения по безмоторному парящему полету очень велики. Дальность полета на одноместном и двухместном планерах превышает, например, мировой рекорд дальности, установленный на одноместном самолете по классу машин весом до 500 кг. Достигнутая продолжительность безмоторного полета значительно больше, чем продолжительность полета легкого одноместного или двухместного самолета. Высота парящего полета так велика, что ее дальнейшее увеличение требует наличия на планере герметической кабины, так как на высоте более 12 000 м обычное кислородное оборудование планеров и самолетов уже не может обеспечить пилоту нормальных условий для дыхания.

Планеры летают с помощью энергии воздуха, запасы которой безграничны, поэтому говорить о каких-либо пределах планерных достижений нет оснований.

Вам предстоит не только значительно повысить дальность, продолжительность и высоту парящего полета, но и научиться использовать энергию воздуха в любое время года как днем, так и ночью. Чтобы добиться этого, необходимо неуклонно повышать свои знания в области аэродинамики и метеорологии, совершенствовать конструкцию планеров, строить их и летать на них.

Накопление опыта в парящих полетах и исследование все новых и новых проявлений энергии воздуха, а также усовершенствование тактики парящего полета, безусловно, сделает полеты на планерах еще более интересными и эффективными. Так, например, планеристы-парители не раз замечали, что летать группами значительно удобнее, чем в одиночку. В парящем полете много времени уходит на разыскивание восходящих потоков, которые невидимы и планеристы только предполагают о их наличии по различным второстепенным признакам. Уверенно сказать, что восходящий поток обнаружен, можно только тогда, когда планер влетает в него и стрелка вариометра четко показывает подъем. Иногда планерист пролетает рядом с восходящим потоком, не имея возможности увидеть его, проскакивает мимо и теряет драгоценные возможности для набора

высоты. В групповом полете трех или даже пяти планеров, двигающихся развернутым фронтом на определенном удалении друг от друга (не менее 100—150 м), одновременно исследуется значительная большая масса воздуха и вероятность обнаружения восходящих потоков заметно повышается. В тех же случаях, когда несколько планеров спиралит в одном восходящем потоке, очень удобно находить наилучшее место подъема, ориентируясь по скороподъемности других планеров. Особенно полезны групповые полеты для молодых планеристов, если во главе группы летит опытный паритель.

Оборудование планеров портативными ультракоротковолновыми радиостанциями, действующими всего на 2—4 км, во многом облегчит выполнение парящих полетов, и особенно групповых.

Полеты на дальность в большой степени ограничены продолжительностью, как говорят, парящего дня. Как правило, незадолго до наступления темноты вы будете вынуждены прекратить полет. В связи с этим возможность продолжения полета в ночное время раскрывает мало изведенные еще резервы увеличения дальности. Можно, например, выбрать маршрут полета таким образом, чтобы к концу дня планер оказался бы над горной местностью с благоприятными для известного вам ветра склонами. Таких районов в нашей стране имеется много. В этом случае можно продолжать парящий полет в ночное время, пользуясь восходящими потоками обтекания, и продвигаться дальше вдоль гор или же, переждав ночное время над склоном, снова лететь на дальность в термических потоках следующего дня. Естественно, что реальная возможность такого полета может быть подтверждена только опытом. Но ведь раньше также мало верили и в возможность парящего полета над равнинной местностью.

Рис. 177. Совершенствование аэродинамики и конструкции планеров имеет решающее значение для развития планеризма. Оно и понятно: чем экономнее планер будет расходовать высоту в различных условиях полета, тем меньше времени и энергии нужно будет расходовать для ее восстановления. Планер, имеющий наибольшее аэродинамическое качество и самую маленькую скорость снижения, будет парить в самых слабых восходящих потоках и сможет продолжительно летать почти в любой день.

Специальными исследованиями на уравновешенном в атмосфере воздушном шаре было обнаружено, что восходящие потоки, имеющие вертикальную скорость до 0,5 м/сек, даже ночью встречались очень часто, а днем обнаруживались почти повсеместно. Для парящего полета на современных планерах такие восходящие потоки недостаточны. Но если сделать планер, имеющий скорость снижения меньше, чем 0,5 м/сек, то на нем можно будет парить почти в любой день. Такой планер при наивыгоднейшей скорости планирования, равной 70 км/час, должен иметь аэродинамическое качество не менее 45. Указанное аэродинамическое качество в настоящее время является уже вполне достижимым и, конечно, не может считаться предельным.

На одном из существующих планеров только благодаря тщательной полировке поверхности, обеспечению герметизации его конструкции (т. е. устранения перетекания воздуха изнутри планера наружу) и заделке различных мелких щелей аэродинамическое качество, замеренное в полете, удалось повысить с 33 до 42. Если же сделать планер типа летающее крыло и обеспечить ему лами-

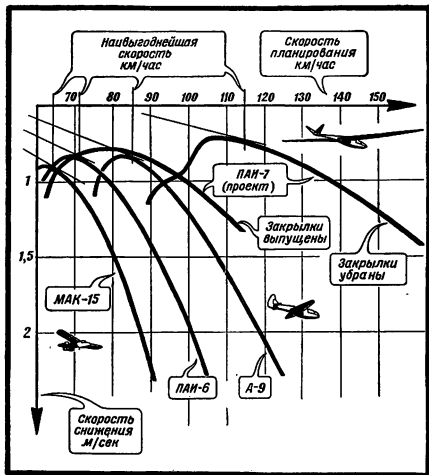


Рис. 177

нарное обтекание до 50% площади его поверхности, то аэродинамическое качество такого планера может быть больше 50.

Летающему крылу несомненно принадлежит большое будущее. Не случайно многие конструкторы давно уже пытаются создать планеры и самолеты типа летающее крыло. Однако, до настоящего времени еще не удалось осуществить такое крыло, которое имело

бы высокое аэродинамическое качество и одновременно достаточную степень устойчивости и управляемости. Дело в том, что устойчивость и управляемость летающего крыла обеспечивалась за счет уменьшения его подъемной силы, а это в свою очередь уменьшало аэродинамическое качество. Поэтому преимущества летающего крыла по отношению к планерам обычной схемы с хвостовым оперением значительно уменьшались. Повидимому, здесь должны быть более внимательно изучены принципы полета птиц, которые, например, не имеют вертикального оперения, но достаточно устойчивы и управляемы в путевом отношении, как в машущем, так и в планирующем полете. Планеры и самолеты хотя и имеют вертикальное оперение, могут однако скользить на крыло, причем летчику в полете при всех эволюциях приходится предупреждать это скольжение.

А вот птицы, оказывается, никогда продолжительно не скользят на крыло. Во всяком случае, никто из многочисленных наблюдателей не видел, чтобы птица продолжительно скользила. И своим хвостом птица действует не так, как работает оперение на планере или самолете. На посадке горизонтальное оперение планера устанавливается с большим отрицательным углом атаки и это уменьшает подъемную силу всего планера. Птица, наоборот, увеличивает угол атаки хвоста, опуская его и дополнительно увеличивает этим подъемную силу. Многие в летательном аппарате птицы еще не изучено. Не может быть сомнения, что внимательное изучение полета птицы и механизма ее летательного аппарата будет способствовать дальнейшему улучшению аэродинамики планера.

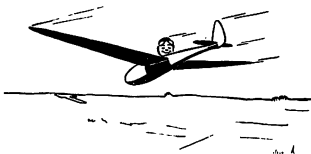
Для увеличения дальности парящего полета необходимо также повысить путевую скорость на режимах прямолинейного планирования. Попутный ветер значительно помогает этому. Но увеличение наивыгоднейшей скорости планера является наиболее надежным средством. Это увеличение должно быть обеспечено достаточно эффективной механизацией крыла планера, увеличивающей подъемную силу и создающей возможность уменьшения скорости полета для того, чтобы кружиться в режимах набора высоты внутри восходящих потоков. Поэтому наилучший дальний планер должен обладать не просто большой скоростью полета, а большим диапазоном скоростей, при наименьших углах планирования.

Создание способов аккумуляирования энергии восходящих потоков воздуха откроет новые перспективы развития парящего полета. Набирая высоту в восходящем потоке, планер использует только незначительную часть энергии поднимающегося воздуха, а неизмеримо большая часть остается неиспользованной. Поэтому было бы очень полезно иметь на планере аппарат, который в процессе набора высоты накапливал некоторое количество энергии, а потом на планировании расходовал ее для увеличения дальности полета. Сейчас еще трудно сказать, на каком принципе должен быть построен такой аккумулятор: на принципе изменения температуры с увеличением высоты или на принципе изменения атмосферного давления; может быть, для этой цели можно использовать пере-

грузки, возникающие при подъеме в восходящем потоке, или какой-либо другой принцип.

Можно также попытаться использовать порывы ветра и кратковременные увеличения подъемной силы крыла, и еще многие другие способы.

Планеристы всегда являлись неутомимыми исследователями, и благодаря этому планерная техника неуклонно совершенствовалась и совершенствуется. Вам, молодым планеристам, предстоит еще выше поднять знамя Советского планеризма и добиться еще более широкого развития планерного спорта — спорта отважных и неутомимых.



ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие	3
Введение	5
 Глава первая	
АЭРОДИНАМИКА ПЛАНЕРА	18
1. Силы, действующие на планер	18
2. Режимы планирования	34
3. Устойчивость и управляемость планера	45
4. Продольная устойчивость и управляемость	50
5. Боковая устойчивость и управляемость	57
 Глава вторая	
КОНСТРУКЦИЯ ПЛАНЕРА	61
1. Классификация планеров	61
2. Крыло планера	66
3. Хвостовое оперение планера	70
4. Фюзеляж	72
5. Ручное и ножное управление	76
6. Оборудование планера	80
 Глава третья	
ЗАПУСК ПЛАНЕРОВ	88
1. Механизированный запуск планеров	90
2. Особенности механизированного запуска планеров	95
3. Мотоциклетная лебедка	110
4. Автомобильная лебедка	114
 Глава четвертая	
БУКСИРОВКА ПЛАНЕРА САМОЛЕТОМ	119
1. Взлет воздушного поезда	120
2. Подъем воздушного поезда	122
3. Горизонтальный полет воздушного поезда	124
4. Снижение воздушного поезда	126
 Глава пятая	
ОБУЧЕНИЕ ПОЛЕТАМ	128
1. Балансировка	130
2. Пробежки	133
3. Подлеты	134

Глава шестая

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛЕТА	136
1. Взлет	137
2. Взлет при механизированном запуске	138
3. Взлет за самолетом	139
4. Набор высоты	140
5. Набор высоты при механизированном запуске	140
6. Набор высоты за самолетом	143
7. Расчет на посадку	147
8. Расчет с разворотом на 90°	150
9. Расчет с разворотом на 180°	156
10. Расчет при посадке на горе	158
11. Посадка	160

Глава седьмая

ПРОЧНОСТЬ ПЛАНЕРА	165
1. Работа частей планера	165
2. Перегрузки планера	173
3. Вибрации планера	185

Глава восьмая

КРИВОЛИНЕЙНЫЙ ПОЛЕТ	188
1. Развороты на планере	188
2. Штопор	195

Глава девятая

ФИГУРЫ ВЫШЕГО ПИЛОТАЖА	208
1. Петля Нестерова	209
2. Боевой разворот	213
3. Перевороты через крыло	215
4. Полупетля с переворотом	219
5. Перевернутый полет	221

Глава десятая

ЭНЕРГИЯ ВОЗДУХА	225
1. Восходящие потоки обтекания	228
2. Восходящие термические потоки	229
3. Воздушные волны	238

Глава одиннадцатая

ПАРЯЩИЕ ПОЛЕТЫ	242
1. Парение в потоках обтекания	245
2. Парение в термических потоках	253
3. Высотные полеты	260

Глава двенадцатая

РЕЖИМЫ ПАРЯЩЕГО ПОЛЕТА	265
1. Режим набора высоты в восходящих потоках	270
2. Режим планирования в парящих полетах	276
3. Парение с грозovým фронтом	282
Заключение	285