



ПРАКТИКА ПЛАНЕРИЗМА

составил С. И. Стоклицкий

ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1935 ЛЕНИНГРАД

C22636

629.13
с 8112

ПРАКТИКА ПЛАНЕРИЗМА

Составил инж. С. И. СТОКЛИЦКИЙ

по различным германским источникам

22636
1944 г.



КНИГОХРАНИЛИЩЕ
ОБЛ. БИБЛИОТЕКИ
г. СВЕРДЛОВСК

ОНТИ НКТП СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва

1935

Ленинград

В настоящей книге автор собрал в одно целое весь накопленный до настоящего времени опыт германского планеризма.

Книга охватывает, с большей или меньшей обстоятельностью, все стороны планеризма, включая его теоретическую базу, практику полетов, эксплуатацию и ее технологические вопросы.

Книга является почти единственным на нашем книжном рынке трудом на данную тему.

Редактор *Г. К. Холоманов.*

Техн. редактор *А. Н. Савари.*

ТКК № 58. Изд. № 26. Индекс А-30-4-3. Тираж 15.000. Сдано в набор 17/II-35 г. Подп. в печ. 22/VII-35 г. Формат бумаги 82 × 110. Уч.-авт. лист. 6,8. Бум. лист. 2. Печ. зн. в бум. листе 156.000. Заказ № 274. Уполн. Главл. В-22284. Выход в свет июль 1935 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Советский планеризм за последние годы необычайно сильно вырос, превратившись в широкоразвитую отрасль массового авиаспорта трудящихся. Масштаб развития и качественные показатели по праву дают ему первое место в мире.

Добившись за период времени с 1931 по 1935 г. больших организационных, летных и технических успехов, мы вместе с тем только еще начали создавать свою планерную литературу. Вышедшие издания по тематике и тиражу еще далеко не удовлетворяют запросам планеристов, а тем более инструкторов и конструкторов. Такое положение объясняется главным образом перегруженностью авторского актива его основной работой в авиации и недостаточным выдвижением молодых авторов-планеристов.

До сих пор очень мало написано по технике и практике планеризма, несмотря на то, что на местах уже накопился большой опыт в этой области. Этот материал еще ждет обобщения и издания.

Исключением являются: дополненное переиздание Военгизом книги Васянина и Бородина «Методика обучения полетам», выпуск «Методики», посвященный парящему полету, а также выход в свет учебника для планеристов Розанова, Стоклицкого и Антонова, изданного Военгизом под названием: «Техника и практика планеризма».

Предлагая читателю-планеристу настоящую книгу, мы преследуем цель восполнить отсутствие практических пособий и в то же время познакомить наших читателей с опытом германского планеризма, занимавшего долгие годы первое место во всех отношениях. Кое-где германская практика расходится с нашей, но, с одной стороны, при наличии наших собствен-

ных руководств эти расхождения легко могут быть учтены, а с другой стороны, методика и приемы полета непрерывно совершенствуются, и то, что вчера было правилом, сегодня вообще может оказаться устаревшим.

Эта книга преследует цель собрать в одно целое наиболее ценные достижения опыта германского планеризма по различным германским источникам, выпущенным с 1931 по 1933 г. За последние два года немцы стали засекречивать не только данные о развитии планеризма в Германии, но и технические достижения и приемы работы, особенно в части соприкосновения планеризма с общеавиационной техникой. За эти годы в Германии не было выпущено новых книг по планеризму и на сегодняшний день там нет более или менее полного руководства по практике безмоторного полета. Между тем такого рода руководства уже выпущены в Англии и Америке; следует отметить, однако, что эти руководства не являются оригинальными произведениями, а представляют собой изложение на английском языке того же германского опыта.

Учитывая ценность германского опыта, мы решили по возможности собрать его воедино. Для этого мы избрали не форму точного переложения источников, а форму вольного перевода и комбинирования материала по содержанию в порядке нарастающей сложности вопроса.

В основу взято несколько книг из серии «Flugzeugbau und Luftfahrt» в издании Фолькмана (Volckmann), в частности, выпуски 13, 14 и 18. Другие выпуски, как специфические для германского планеризма (описание учебной материальной части, организация и т. п.), не использованы. Из выпусков 13, 14 и 18 взято все наиболее интересное.

Из выпуска 13 «Handbuch für den Jungsegelflieger», F. Stamer und A. Lippisch, Teil I, взяты: выбор планеродрома, обучение, тренировка и учебное парение, основы метеорологии, вопросы технологии, уход за планером и кое-что о приборах.

Из выпуска 14 «Handbuch für den Jungsegelflieger», F. Stamer und A. Lippisch, Teil II, взята работа частей конструкции планера в полете.

Из выпуска 18 «Die Praxis des Leistungs-Segelfliegens», Erich Bachem взяты: основы теории парения, восходящие потоки, техника старта, буксирный старт, техника виража, техника парения у склона, обтекание склонов, основы и техника термического парения, дальние перелеты, приборы, помощь в несчастных случаях.

Кроме того, из книги «Der Gleit- und Segelflugzeugbau» взято описание заплетки.

Из этих же источников выбраны необходимые рисунки.

Из «Richtlinien für den Bau von Gleit- und Segelflugzeugen» взят ряд сведений по технологии планера. Кроме того, из различных номеров журналов «Flugsport», «Luftfahrtforschung» и «Luftwissen» взяты сведения, дополняющие и модернизирующие основной материал.

Личные впечатления автора о германском планеризме при осмотре основных планерных школ на Вассеркуппе, в Грунау, Розиттене и ряда местных станций, а также присутствие на состязаниях в Рёне, помогли отобрать наиболее ценный материал.

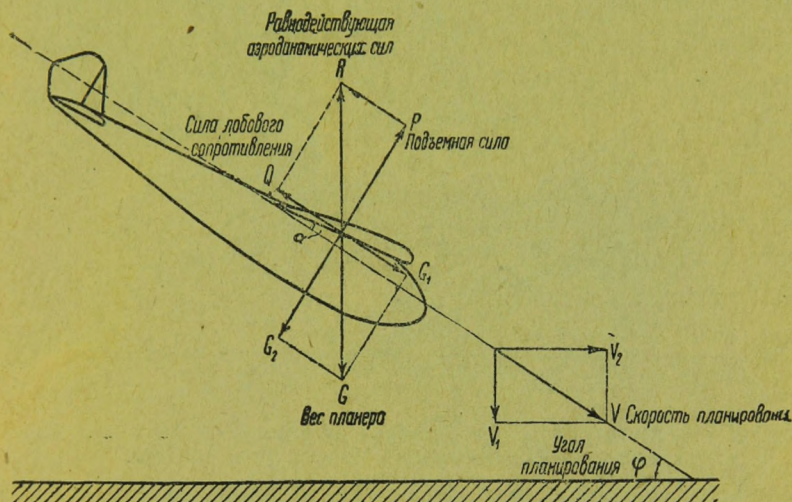
Редактору книги Б. Т. Горощенко автор выражает глубокую благодарность.

С. И. Стоклцкий.



ВВЕДЕНИЕ

В настоящем кратком введении мы не будем подробно останавливаться на вопросах аэродинамики планера, а осветим лишь соотношение сил, действующих на планер в полете.



Фиг. 1. Соотношение сил, действующих на планер.

На фиг. 1 показан летящий планер. Стрелкой R обозначена равнодействующая всех действующих на него аэродинамических сил. Разложив ее по направлению, обратному полету, и перпендикулярно ему, мы получим силу полного лобового сопротивления планера Q и подъемную силу крыльев P .

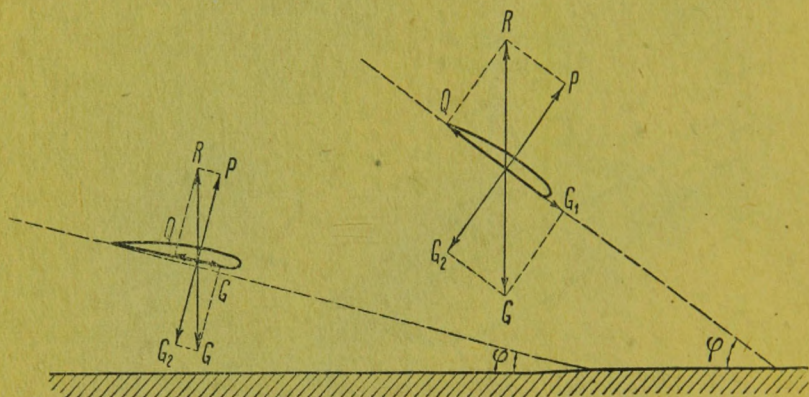
Кроме аэродинамических сил на планер действует сила веса G .

Известно, что тело будет двигаться равномерно и прямолинейно лишь в том случае, если все действующие на него силы будут взаимно уравновешиваться. Отсюда вытекает необходимость уравновешивания подъемной силы P и лобового

сопротивления Q силами G_2 и G_1 , полученными от разложения силы G . Так как при отсутствии тяги винта сила лобового сопротивления планера Q может уравниваться лишь проекцией силы веса G на направление полета (сила G_1), то полет планера относительно воздуха не может быть горизонтальным, а происходит всегда под некоторым углом к горизонту.

От чего зависит этот угол?

Нетрудно понять из фиг. 2, что чем больше отношение подъемной силы P к лобовому сопротивлению планера Q , называемое качеством планера, тем угол планирования меньше.



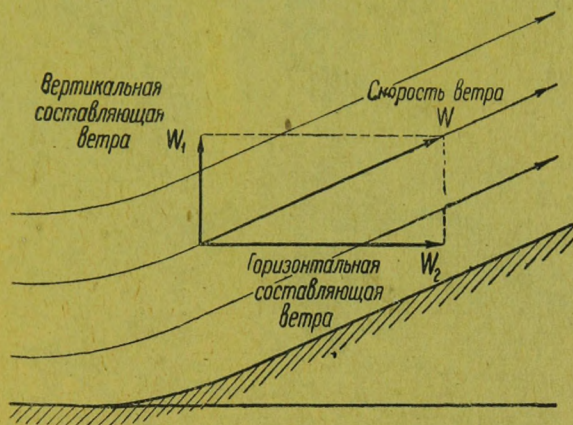
Фиг. 2. Зависимость угла планирования от отношения подъемной силы к лобовому сопротивлению (от качества) планера.

Величина качества планера зависит от угла атаки его крыльев, т. е. от угла, под которым набегаёт воздух на крылья (фиг. 1, угол α). При малых углах, а равно и при очень больших, это качество невелико, при определенном же среднем угле атаки качество достигает наибольшей величины. Желая планировать наиболее полого, планирист должен дать планеру этот наивыгоднейший угол атаки.

Изменяясь в зависимости от угла атаки, максимальная величина качества планера зависит, однако, и от его конструкции. Для увеличения качества необходимо добиться максимальной обтекаемости планера, по возможности уменьшить поперечное сечение (мидель) фюзеляжа, сделать крыло большого удлинения (отношение размаха к глубине) и применить профиль крыла с малым сопротивлением,

Качество лучших современных планеров превосходит 23—25. Если планер в спокойном воздухе летит со скоростью V , то по отношению к горизонту скорость его полета будет V_2 , скорость же снижения — V_1 (см. фиг. 1). При очень пологом планировании, но с большой скоростью, величина скорости снижения планера V_1 может оказаться больше скорости его снижения при более крутом, но вместе с тем и более медленном планирующем полете.

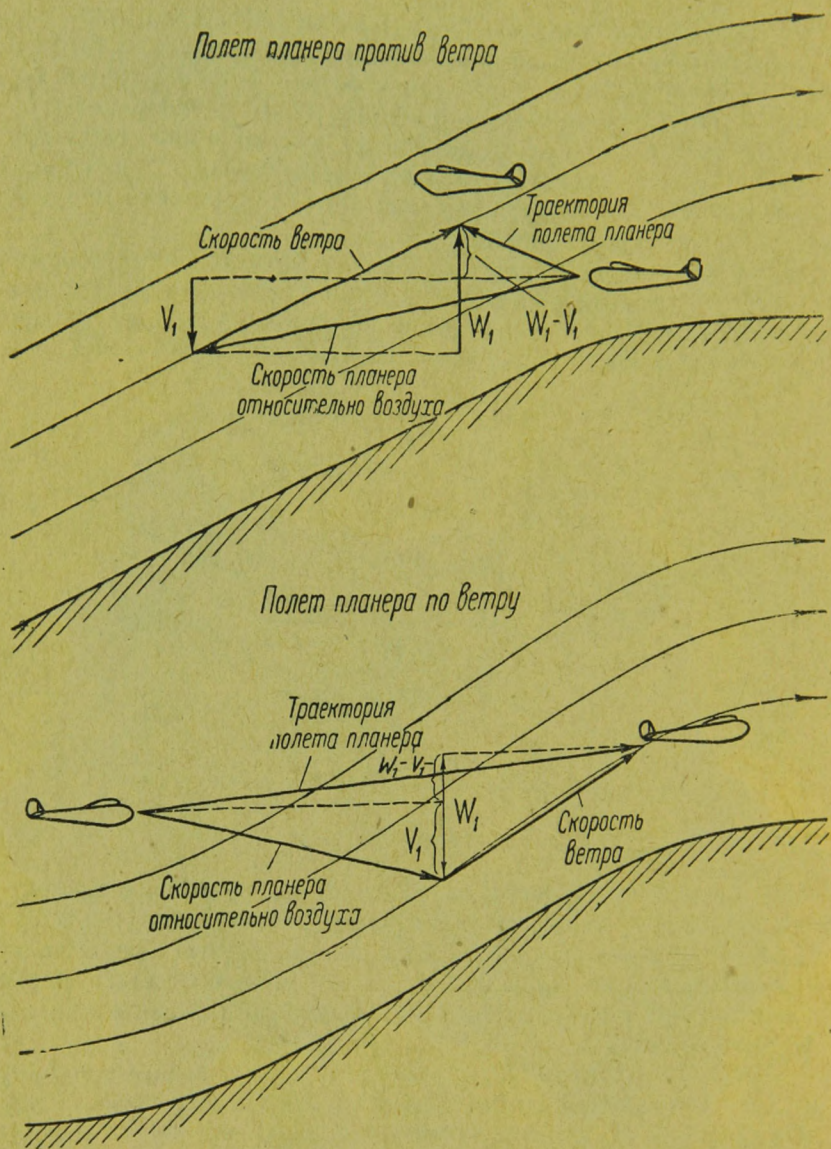
Качество планера, а следовательно, и угол его планирования не зависят от веса, скорость же планирования от последнего зависит. Именно поэтому, желая получить планер не только с большим качеством, но и с малой скоростью снижения, де-



Фиг. 3. Восходящий поток.

лают его возможно легче, с небольшой нагрузкой на квадратный метр крыльев. Здесь необходимо отметить, что угол атаки крыльев, при котором качество планера достигает максимальной величины, не совпадает с углом атаки, соответствующим минимальной скорости снижения; последний оказывается несколько больше.

Выше мы установили, что относительно воздуха планер всегда спускается. Посмотрим, что происходит тогда, когда вся масса воздуха, в которой летит планер, будет перемещаться не параллельно земле, а наклонно, как показано на фиг. 3. Планер, изображенный на фиг. 1 и обладающий в спокойном или горизонтально движущемся воздухе скоростью снижения V_1 м/сек, в условиях, показанных на фиг. 3, снижаться относительно земли не будет, так как вертикальная составляющая потока воздуха W_1 больше скорости сни-



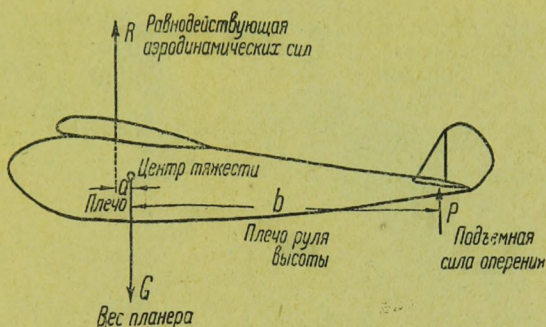
Фиг. 4. Полет планера в восходящем потоке.

жения планера V_1 ; при этом условии он, наоборот, станет набирать высоту со скоростью, равной $W_1 - V_1$.

Для зрителя, наблюдающего за полетом планера с земли, траектория его подъема будет представляться так, как показано на фиг. 4 (для случаев полета по ветру и против ветра).

Из фиг. 4 видно, что при полете по ветру планер перемещается относительно земли с большой скоростью, полого набирая высоту, при полете же против ветра, наоборот, он перемещается относительно земли медленно, но круто поднимается. Скорости подъема в единицу времени в том и другом случае будут одинаковы.

Полет планера, при котором он не теряет высоту, называется парением. Разбору техники парения и условий, обеспечивающих его возможность, будет посвящен ряд последующих глав.



Фиг. 5. Планер уравнивается при ручке, данной от себя. Центровка задняя.

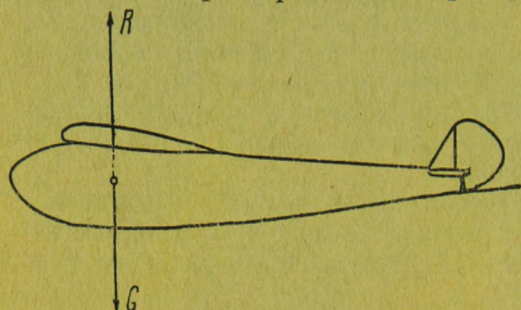
Выше мы показали, что во время полета планера равнодействующая аэродинамических сил (сила R) должна быть равна весу планера G . Однако, если сила R проходит относительно центра тяжести планера так, как показано на фиг. 5, то даже при равенстве $R = G$ планер не будет уравновешен. Сила R , обладая плечом a по отношению к центру тяжести планера, будет его вращать по часовой стрелке.

Для того чтобы уравновесить момент силы R (момент есть произведение силы на плечо), летчику придется дать ручку от себя, отклонить руль высоты вниз и получить благодаря этому подъемную силу оперения P , момент которой Pb должен уравновесить момент силы R (Pb должен быть равен Ra). Отклоняя руль высоты, летчик почувствует некоторое давление на ручке управления.

Точка приложения силы R на крыле не постоянна. При увеличении угла атаки крыла от нуля до $12-15^\circ$ сила R

перемещается вперед, примерно от середины хорды (глубины) крыла на 25—30% ее длины, считая от ребра атаки.

Полет планера происходит преимущественно при угле

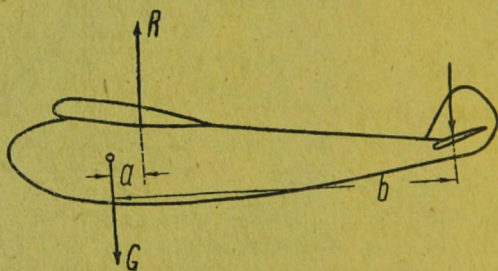


Фиг. 6. Планер уравнивается без отклонения руля высоты. Центровка нормальная.

атаки, близком тому, при котором качество планера наибольшее. Поэтому выгодно так сконструировать планер, чтобы центр тяжести его лежал на продолжении силы R во время полета с углом атаки, соответствующим наилучшему качеству планера или близкому ему (фиг. 6); в про-

тивном случае планеристу во время полета все время придется испытывать некоторое давление на ручку, что, конечно, неудобно.

Если во время полета планеристу приходится постоянно отжимать ручку от себя, то это значит, что планер имеет слишком заднюю центровку (фиг. 5), которую можно исправить, положив добавочный груз в нос; наоборот, если планеристу в полете при-



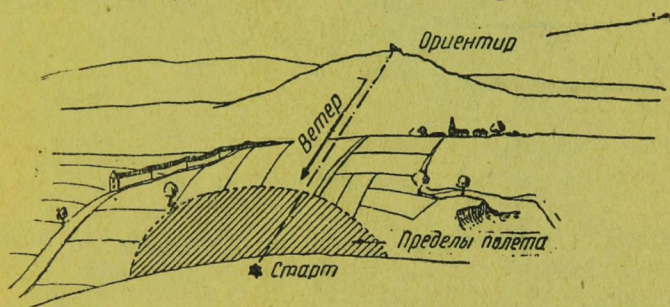
Фиг. 7. Планер уравнивается при ручке, взятой на себя. Центровка передняя.

ходится все время держать ручку на себя, то, следовательно, центровка планера слишком передняя (фиг. 7) и ее придется исправлять осторожным перемещением груза к хвосту. Весьма желательно добиться такой центровки, при которой во время полета планерист не испытывает на руку никакого давления.

ВЫБОР МЕСТНОСТИ ДЛЯ ПОЛЕТОВ

Основное условие успешности планерного спорта — это наличие соответствующей местности. В то же время местность и преобладающие на ней ветры определяют собой и типы планеров, которые с большей выгодой могут быть здесь применены.

При выборе местности надо предусмотреть место: а) для учебного планеродрома (для начинающих), б) для тренировочного (для более опытных пилотов) и в) планеродром для парящих полетов (для опытных пилотов-парителей).



Фиг. 8. Местность должна быть свободна от препятствий в пределах досягаемости планера.

Учебный планеродром

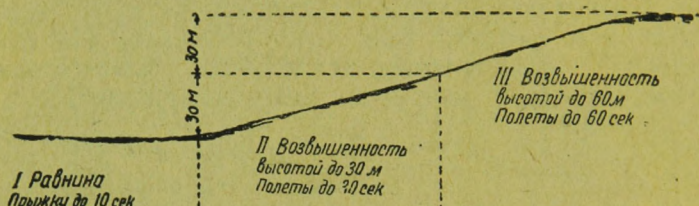
Для учебных полетов не требуется значительных возвышенностей. Нормальный учебный планер имеет угол планирования приблизительно 1 : 12; следовательно, возвышенность в 30 м позволит совершать полеты на расстояние до 300 м.

Местность необходимо очень тщательно обследовать, выяснив, не представляет ли она каких-либо опасностей для начинающего. Нельзя, например, обучаться на такой местности, на которой придется перелетать через препятствия или же на которой препятствия лежат хотя и в стороне, но в пределах досягаемости планера (фиг. 8). Особенно опасными и недопустимыми

ми препятствиями являются камни, даже в том случае, если они незначительно выдаются над поверхностью земли.

Главное требование к планеродрому — это безопасность полета. Обучение полетам на планере безопасно, если к делу приступают с достаточной предусмотрительностью и вниманием.

На фиг. 9 изображена в разрезе идеальная местность и показаны те возможности, которые она предоставляет при обучении полетам. На такой местности начинающий при возможных ошибках в управлении достигнет земли прежде, чем планер окажется в критическом положении. Таким образом при выборе местности надо сообразоваться одновременно с высотой



Фиг. 9. Идеальный учебный склон.

места старта и крутизной ската. Опытному пилоту можно летать над крутыми склонами, но для начинающего такие склоны опасны.

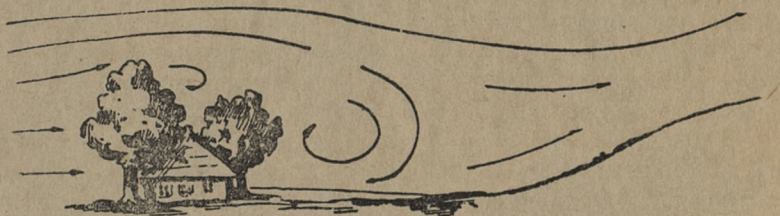
При выборе местности надо учитывать также характер окрестностей. В непосредственной близости от препятствий возникают вихри и отклонения струй воздуха от нормального направления наподобие водоворотов в реке возле плотины, свай и т. п. (фиг. 10). Поэтому местность перед склонами должна быть свободной от препятствий. Однако при полном штиле и такая местность может оказаться пригодной для полетов на планере.

Местность для тренировочных полетов

В то время как для обучения начинающих планеродром должен быть безусловно свободен от препятствий в пределах досягаемости аппарата во все стороны, от пилота тренирующе-

гося можно уже требовать, чтобы он умел уклоняться от препятствий, лежащих по пути его полета.

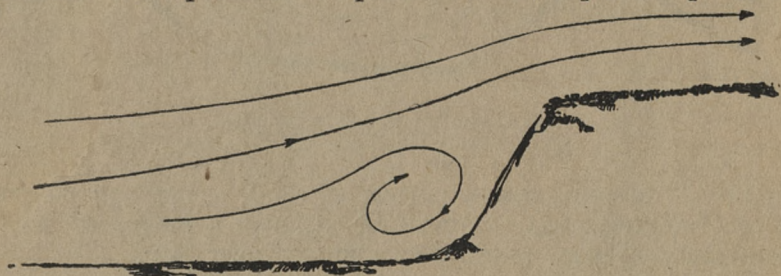
При выборе места для тренировочных полетов склон может быть взят несколько круче, но отвесных или почти отвесных обрывов, во всяком случае, следует избегать, так как на таких местах, в особенности при сильных ветрах, образуются



Фиг. 10. Завихрение за препятствием.

завихрения, которые могут сделать полет опасным (фиг. 11).

Посадочная зона перед крутым склоном никоим образом не должна быть стеснена препятствиями, затрудняющими нормальное планирование по прямой. Склон, перед которым по-



Фиг. 11. Крутой склон. Завихрение перед обрывом.

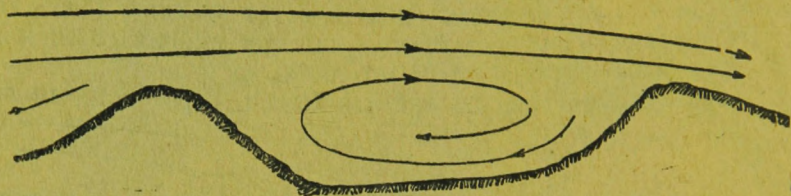
садочная площадка окружена деревьями, домами, скалами, проводами высокого напряжения и т. п., совершенно непригоден для тренировочных целей. Для учебных же целей, чтобы тренирующийся пилот привыкал избегать препятствий и учился точности посадки, на местности отмечают флажками условные препятствия.

Наличие препятствий непосредственно под склоном также недопустимо. Через них планеру необходимо будет перелетать, а между тем высота полета вследствие неблагоприятных условий ветра, неудачного старта и т. п. может оказаться значительно меньше нормальной. Несмотря на незначительные скорости полета планера, столкновение его с препятствием всегда опасно.

Местность для парящих полетов

Местность для парящих полетов существенно отличается от местности для учебных и тренировочных полетов. Из самого термина «местность для парения» видно, что речь идет о том, чтобы держаться более или менее длительное время в парящем полете на уровне места старта или даже выше его. Для этого прежде всего необходим длинный склон, вдоль которого планер мог бы парить. Чем длиннее такой склон, тем легче осуществляется парение. Планер всегда теряет высоту на виражах и, кроме того, частые развороты утомляют летчика.

Для того чтобы хороший восходящий поток мог появиться над длинным склоном, необходимо, чтобы последний возвышался над местностью по крайней мере на 20—30 м и совершенно свободно обдувался ветром. Возвышенности, лежащие



Фиг. 12. Обтекание межгорья.

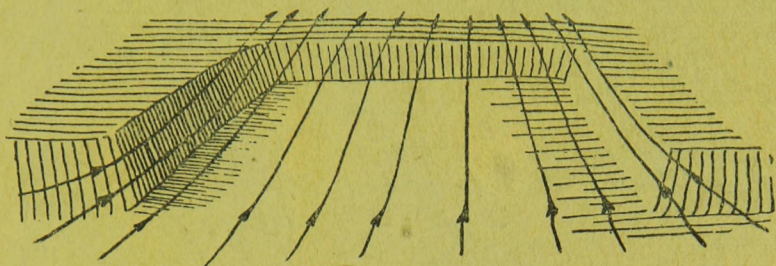
вблизи и впереди такого склона (хребта), могут при известных обстоятельствах оставить его целиком в «тени» от ветра или даже вызвать нисходящие потоки (фиг. 12).

Только в редких случаях впереди лежащие склоны бывают расположены настолько благоприятно по отношению к склону парения, что воздушная масса получает новый импульс от каждого следующего хребта. Тогда восходящий поток достигает у склона парения большой высоты.

Для образования восходящих потоков воздуха особенно благоприятны подковообразные склоны, обращенные к ветру открытой стороной (фиг. 13). Такие склоны, принимая широкую полосу ветра, постепенно сужают ее и создают на этом узком пространстве очень интенсивный восходящий поток. Такая форма склонов дает еще и то преимущество, что развороты на 180° на обоих концах участка парения всегда почти полностью лежат в сфере наиболее интенсивного восходящего потока, чего не дает прямой склон. При наличии подковообразного склона надо предварительно выяснить, не попа-

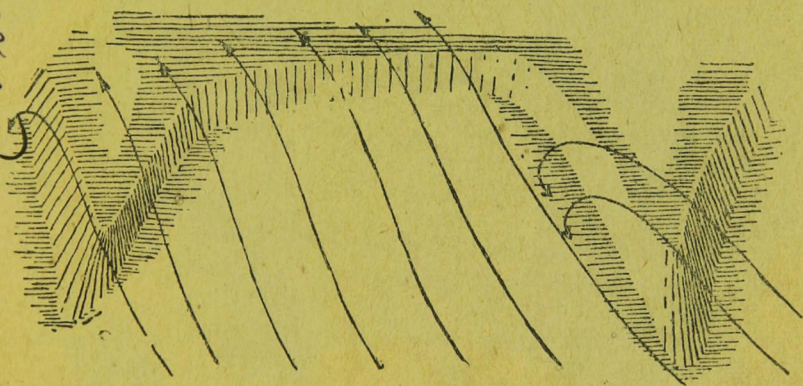
дают ли части склона в подветренную сторону или даже в зону нисходящих потоков вследствие бокового обдувания (фиг. 14).

От пилота-парителя можно требовать, чтобы он умел использовать имеющиеся на склоне посадочные площадки, так как



Фиг. 13. Подкова.

склон для парящих полетов редко бывает свободным от препятствий для посадки в любом месте.



Фиг. 14. Подкова с отрогами.

При выборе местности для парения, а равно и местности для планирующих полетов, следует собрать статистический материал относительно средней силы и направления господ-

ствующих ветров. За этими сведениями нужно обращаться на ближайшую метеорологическую станцию. Если станции вблизи не имеется, то надо попытаться собрать необходимые сведения у жителей.

От данных о силе ветра зависит выбор типа планеров, так как планеры для слабых и для сильных ветров различны.

МЕТОД ОБУЧЕНИЯ ПОЛЕТАМ

Освоение рулей

Самым старым и до сих пор наиболее употребительным методом обучения полетам на планере является метод одиночного индивидуального обучения.

Ученику, впервые сажающемуся на планер, предварительно разъясняют принцип действия рулей и приемы управления. Объясняя назначение ручки, для наглядности удобно сравнить последнюю с рычагом, помощью которого висящий в воздухе аппарат мог бы поворачиваться в любую сторону. Ученик должен привыкать не делать резких усилий, помня, что каждое его движение вызывает соответствующее движение планера в воздухе. Если это проникнет в сознание ученика, то в дальнейшем он вряд ли сделает неправильное движение ручкой. При первых подлетах ученику можно позволить производить движения ручки всем телом. При этом ученик легче усваивает основы управления, благодаря более верным рефлексам тела на изменения положения планера.

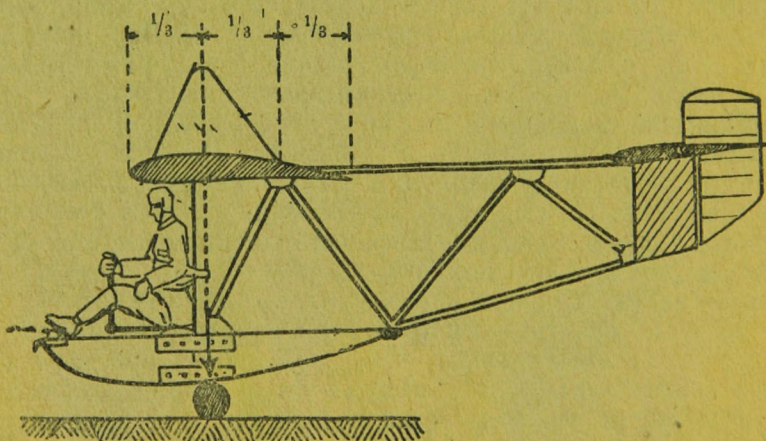
Движения педалями руля направления иные, чем движения рулями привычных средств передвижения (штурвал, мотоциклетный и велосипедный рули и т. п.). Поэтому для освоения на практике действия руля направления планера требуется известное время и навык. Уверенность достигается в этом случае опытом. Полезно заставлять ученика садиться на стул на землю или, еще лучше, в планере в ангаре и упражняться для усвоения на практике действия руля направления. Рекомендуется разъяснить ученику, что в дальнейшем при выражах руль направления должен приводиться в действие совместно с элеронами и что тогда, если колени не будут раздвинуты достаточно широко, то движениям рукоятки вправо или влево будет мешать соответствующее колено (если при этом ногой не нажимается педаль). Надо разъяснить ученику, что движения рулей нужны исключительно лишь для изменения положения планера в полете. Как ручка, так и педаль могут оставаться в полном покое до тех пор,

пока планер не вышел из нормального положения. Исправляющее движение органами управления необходимо делать без замедления, но плавно. Чем скорее летчик реагирует на выход самолета из нормального положения, тем меньшая требуется поправка и тем спокойнее будет протекать полет.

Первые подлеты должны производиться по возможности при совершенно спокойной погоде. Перед стартом для ученика устанавливают управление в нормальное летное положение и приказывают его не изменять. Старт планера происходит иначе, чем старт самолета, так как еще на земле планер стоит почти в нормальном летном положении вследствие отсутствия у него шасси, как у самолета. Нет поэтому надобности, как на самолете, давать при взлете ручку от себя, чтобы поднять хвост, а затем, по мере увеличения скорости, выбирать ее на себя.

Центровка планера под пилота

Пилот планера обычно сидит несколько впереди центра тяжести машины и до известной степени является противовесом фюзеляжу и органам управления. Конструкция планера обычно рассчитывается на вес пилота в 75—80 кг. Сле-



Фиг. 15. Центровка планера под пилота.

довательно, если пилот окажется легче, то будет перевешивать хвост, а если тяжелее, то будет перевешивать нос. Поэтому пилот более легкого веса уже во время старта должен

слегка подавать ручку «от себя», а более тяжелый — слегка брать ее «на себя». Можно для устранения этого момента при недостаточном весе пилота поместить уравнивающий груз на нос, а при слишком тяжелом пилоте — в хвост фюзеляжа. После этого следует точно выверить равновесие машины вместе с пилотом и дополнительным к нему грузом (фиг. 15). Эта выверка (центровка) производится следующим образом: под центр тяжести на расстоянии примерно одной трети хорды от передней кромки крыла под лыжку подкладывают кругляк. Если центровка правильна, то машина должна сохранять равновесие. Груз передвигается до тех пор, пока не будет достигнуто полное равновесие машины. Если же точного равновесия не удастся достигнуть, то предпочтительнее, чтобы перетягивал нос; перетяжеление хвоста всегда опасно, небольшое же перетяжеление на нос при некоторых обстоятельствах даже полезно.

Центровка машины вместе с пилотом должна производиться в ангаре или в месте, вполне защищенном от ветра, так как действие ветра на крылья или на органы управления может совершенно исказить результаты.

Ориентир

При первых подлетах начинающему не разрешают смотреть ни на нос планера, ни на землю под собой, ни на рычаги управления, а смотреть он должен прямо перед собой. Начинаящий, у которого еще не выработалось так называемое летное чутье, будет искать ориентировочных точек, по которым он мог бы определить правильное положение своей машины. Ни земля, ни положение рычагов управления не могут дать ему нужную ориентировку: рычаги управления, например, могут быть в совершенно нормальном положении, в то время как планер будет скользить на крыло; точно так же ничего не даст и разглядывание земли. Для того чтобы ученику дать ориентировочную точку, по которой он мог бы одновременно контролировать направление полета, правильное положение по высоте и поперечное равновесие, ему указывают впереди на горизонте на высоте глаза ориентир (фиг. 16 и 17). Так как заглядывание внутрь планера для начинающего при первых его полетах вредно, то приборов в учебном планере не ставят и учат летать исключительно по ориентиру или по горизонту. Ученику разъясняют, что линию горизонта он должен иметь в поле своего зрения в неизменном положении и что эта черта (при условии, если ученик сидит нормально и сохра-

няет это положение во все время полета) будет опускаться вниз при задирании планера и, наоборот, подыматься, если планер опускает нос. Крен также узнается с помощью линии горизонта, по отношению к которой крыло планера должно быть параллельно. Изменение курса полета будет видно по отклонению ориентира на линии горизонта вправо или влево (фиг. 18).

Выдерживание угла планирования

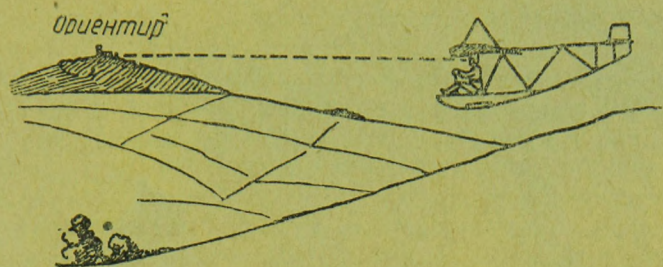
Главное внимание начинающего следует обратить на руль высоты. Ошибки в управлении рулем высоты чаще всего ведут к поломкам. Ученику надо разъяснить, что планер, чтобы не потерять своей скорости, а вместе с тем и способности к полету, должен всегда находиться в положении планирования. Полет — это скорость. Соответственно своей конструктивной схеме и нагрузке планер требует определенной скорости. Можно было бы летать, руководствуясь указателем скорости, но не следует забывать о том, что каждый прибор подвержен неисправностям и что летное чутье ученика не разовьется в достаточной степени, если он будет рабски руководствоваться приборами. Вот почему при начальных полетах надо меньше руководствоваться показаниями скорости и больше положением планера в воздухе, так как из правильного положения его автоматически вытекает и правильная необходимая скорость.

Хорошим ориентиром в полете является также слух. Если планер находится в правильном летном положении, то всегда слышится определенный звук, вызываемый встречным потоком воздуха. Тон звука становится выше при увеличении и ниже и тише — при падении скорости.

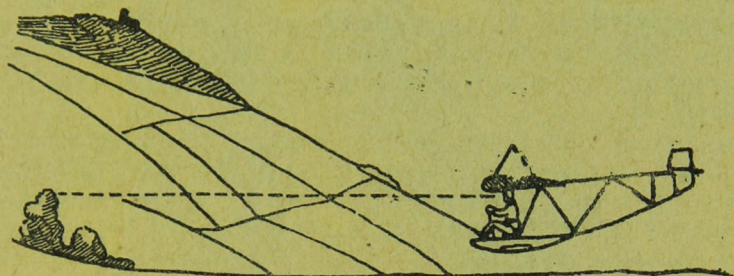
При более длительных полетах пилот может взглянуть на крыло и проверить положение планера. Так как при этом в поле зрения попадает часть местности, то по положению хорды крыла относительно горизонта можно непосредственно проверить угол атаки.

Мягкость управления, отсутствие напряженности в полете и его понимание

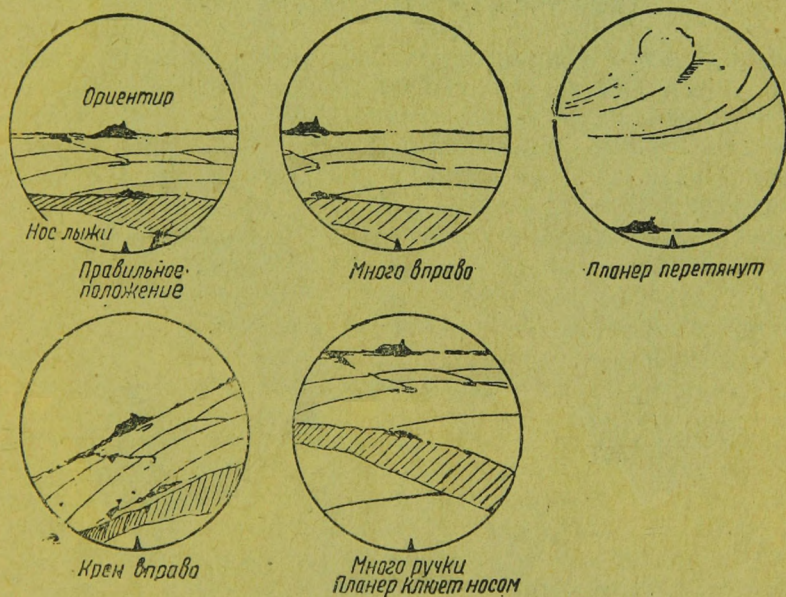
Взглядывание на крыло приучает ученика чувствовать себя более свободным в машине. Он убеждается, что в планере можно спокойно двигаться и что нет надобности быть все время в состоянии напряженности.



Фиг. 16. Ориентир полета.



Фиг. 17. Если ориентир выбран низко, то ученик „жмет“.



Фиг. 18. Положение горизонта и ориентира в зависимости от режима полета.

Забота о том, чтобы ученик не сидел в машине в слишком напряженном состоянии, должна быть одной из первых. Лишь в том случае, если мышцы ученика не напряжены, от него можно ждать мягкой и плавной реакции, а не резких и внезапных движений рулями. На твердое, порывистое управление машина отвечает такими же движениями. Грубое, порывистое движение руля может быть оправдано лишь в крайних случаях, когда требуется быстро устранить опасность.

Ученик должен предварительно обдумать каждый полет и, до известной степени, мысленно провести его несколько раз.

После полета необходимо опять продумать каждое положение и уяснить себе, что было сделано и что лучше следовало бы сделать. Весьма важно самому установить, почему то или иное сделано неправильно, и не скрывать этого от инструктора.

Если пилоту пришлось попасть в такое положение, когда он не знал, как действовать рулем, он должен вновь представить себе планер в том же положении, а ручку управления — перпендикулярной к земле. Тогда перед пилотом выясняется положение, в которое он должен был поставить ручку для достижения нормального положения полета.

Обучение на двухместном планере

Другой метод обучения — это обучение с помощью двойного управления на двухместном планере. При этом способе обучения в машине одновременно сидят инструктор и ученик. Инструктор управляет, а ученик со своего места повторяет на своем параллельном управлении все движения инструктора. По мере успехов ученика и приобретения им уверенности инструктор передает ему управление и, наконец, переводит его на самостоятельный полет. Для одиночных полетов такого ученика остается в силе все основное из сказанного выше об одиночном обучении.

Первые подлеты

Обучение ведется на равнине. Натяжение амортизатора должно быть рассчитано так, чтобы планер приобрел нормальную скорость полета. При излишнем натяжении амортизатора машине сообщается излишняя скорость, при наличии которой планер в неопытных руках ученика может высоко взлететь и, таким образом, попасть в критическое положение. Если же планер взлетел с нормальной скоростью, то, будучи

передран в момент старта, он станет проваливаться и не успеет дойти до критического положения.

Так как у начинающего еще нет правильного ощущения степени натяжения амортизатора, то инструктор подсказывает ученику команды¹. Однако инструктор должен по возможности с самого же начала предоставить самому ученику давать команды, для того чтобы последний самостоятельно руководил каждым процессом старта и не мог быть застигнут врасплох. Ученик точно расставляет свою стартовую команду перед взлетом и устанавливает управление в нормальное положение.

Он должен прочно сесть на сидение и прислониться к его спинке. Если между спинкой сидения и спиной ученика образуется свободный промежуток, то в момент команды: «старт!» ученик получит толчок в спину. При этом он может дернуть ручку на себя, т. е., другими словами, задрать планер. Может также случиться, что ученик потеряет ножные педали.

Подлеты должны совершаться на ровной местности до тех пор, пока ученик полностью не овладеет машиной и пока не приобретет привычки к внезапности ускорения движения при взлете от натянутого амортизатора.

Инструктаж

Инструктор наблюдает за полетом планера, причем особое внимание уделяет положению рулей во время полета. При разборе полета после посадки инструктор должен не только общими фразами формулировать свои замечания, но сделать подробный разбор, например: «Машина кренила налево, так как элероны все время были даны немного влево, в то же время руль направления, очевидно с целью выровнять, но по существу неправильно, был отклонен слегка вправо; поэтому машина также несколько скользила. Было бы правильно оставить руль направления в нормальном положении и только выбрать левый крен элеронами, так как для поперечного управления служат лишь элероны, но не руль поворота».

После известного числа подлетов на равнине наступает момент (особенно при прупповом обучении), когда каждому из учеников хочется совершить наиболее высокий и наиболее далекий полет. Надо разъяснить, что ни дальность, ни высота полета не являются показа-

¹ По нашим правилам вообще командует инструктор, устанавливая степень натяжения амортизатора количеством шагов.

телями качества полета. Наоборот, тот, чьи полеты на равнине отличались высотой, вряд ли сможет немедленно приступить к полетам с несколько более высокого склона.

Обучение постепенно, метр за метром, переносится вверх по склону по мере подготовки ученика. Здесь сказывается большое преимущество хорошей местности, допускающей повышение старта.

Развороты

Когда ученик будет в состоянии безукоризненно производить с высокого склона полеты по прямой и когда такие прямые будут много раз повторены, осторожно начинают упражнения в разворотах с половины склона. При этом сначала выдерживают некоторую прямую до тех пор, пока не установится нормальный режим полета машины.

Обучение виражу начинают с того, чтобы ученик сначала давал ногу в сторону виража и вслед за тем очень осторожно и чутко давал слегка в ту же сторону и элероны. После этого руль направления возвращается в нормальное положение и машина выпрямляется в обратную сторону элеронами. Надо всегда придерживаться этой последовательности, так как вираж в конечном счете есть изменение курса полета, и элероны должны играть здесь только вспомогательную роль.

При начале виража в какую-либо сторону машина не должна иметь крен в противоположную сторону. При заканчивании виража надо начинать выравнивание с убирания руля направления, так как, если убирать сперва ручку, то можно дать обратный элерон еще при наличии поворота¹.

Развороты должны делаться сначала большого радиуса и без значительного крена. Необходимо предостеречь от выполнения таких крутых виражей, при которых наступает так называемая перемена рулей, т. е. когда руль высоты ложится вертикально и становится рулем поворотов, а руль поворотов — горизонтально и действует в вертикальной плоскости. Такого рода виражи должны быть отнесены к фигурным полетам.

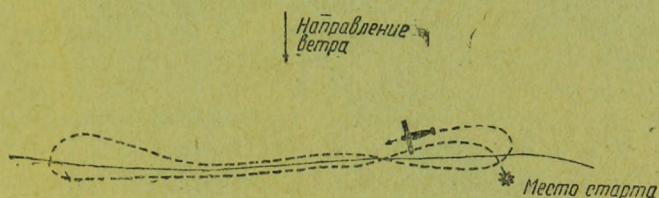
Тренировка

Тренировочные полеты, как показывает само их название, имеют своей целью давать летчику тренировку или же воз-

¹ Вышеописанный прием выполнения виража несколько расходится с нашей методикой.

можность усовершенствоваться. Хотя летать полностью не разучаются, но все же навыки могут теряться настолько, что летчик после длительного перерыва в полетах будет нерешительно стоять перед аппаратом, особенно, если за это время типы машин усовершенствовались. Поэтому необходимо постоянно летать, и по возможности на машинах новейших типов; только таким путем не отстанешь от прогресса в летном деле. Совершенствуясь шаг за шагом, надо ставить себе все более трудные задачи, но при переходе от планирования к парению необходима крайняя осторожность и постепенность.

Летчик, после того как он настолько натренировался в разворотах, что в состоянии выполнять их с полной уверен-



Фиг. 19. Восьмерки вдоль склона.

ностью, должен попытаться совершить такой полет, чтобы он весь проходил в полосе восходящего потока. Такой полет на восходящих токах почти всегда напоминает плоскую восьмерку (фиг. 19), причем развороты всегда должны совершаться против ветра. Никогда не следует соблазняться разворотами по ветру (в направлении к склону), даже при достаточном удалении от склона, так как при этом всегда остается опасность натолкнуться на склон.

Учебное парение

Наиболее трудным при переходе к первым парящим полетам является выполнение виража с амортизатора, т. е. немедленно после взлета, чтобы не выйти из подчас очень узкой полосы восходящего потока воздуха; в противном случае дальнейшее парение становится невозможным. Уверенный в себе летчик может «дать ногу» еще до спадения амортизатора¹.

Как только планер освободился от амортизатора, сейчас же начинают крен. Так как планер обладает известной инерцией

¹ По нашей инструкции не разрешается.

и находится при виражах в непосредственной близости от склона, то нужно действовать очень осторожно, чтобы вовремя закончить вираж. Вираж с амортизатора можно облегчить стартом не прямо против ветра, а с небольшим боковым в желаемую сторону¹.

Если имеется идеальный планеродром, т. е. если по обеим сторонам склона для парения находятся выступающие вперед отропы, то разворот может быть совершен большого радиуса. Точно так же можно делать вираж большого радиуса, если полет производится на высококачественном планере, который мало теряет высоту даже при некотором отклонении от зоны восходящего тока.

При парении у склона должны жестко соблюдаться правила воздушного движения и особенно расхождений. Ученик может быть выпущен в парящий полет только тогда, когда в воздухе нет других планеров. При одновременном парении нескольких планеров обязательно должны быть установлены рубежи разворотов. Только над рубежом может быть предпринят разворот. Дистанции между планерами и повышения должны быть достаточны большими. Из этих же соображений полеты планеров в строю допустимы не ниже 200 м высоты с обязательным наличием парашютов.

Следует особенно опасаться разворотов не над рубежом и не «резать нос» планерам, идущим на встречных или параллельных курсах².

Не следует вместе с тем и увлекаться слишком короткими виражами, даже на низкокачественных планерах.

Если планер сохраняет правильное летное положение в восходящем потоке, то при достаточной силе последнего он начинает парить. Для нормального парения на склоне необходимо лишь держаться области восходящего потока. Часто при незначительной высоте ветер бывает очень порывист, но если планер наберет высоту, где порывистость всегда ослабевает, то полет будет протекать гораздо спокойнее.

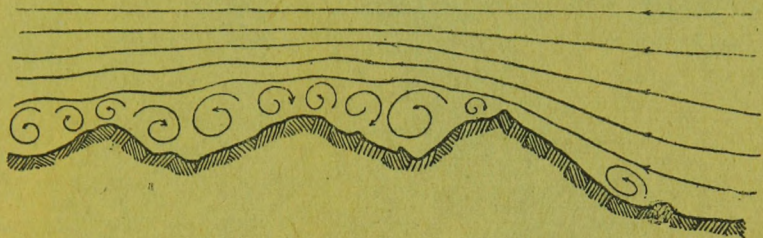
При изрезанной оврагами местности главная задача — это достичь так называемого верхнего слоя, так как в такой местности над мелкими восходящими и нисходящими токами будет находиться устойчивый восходящий поток (фиг. 20). В упомянутом верхнем слое планер не будет испытывать толчков от постоянных изменений скорости ветра. Летать на

¹ Нашей инструкцией не рекомендуется.

² На VIII Всесоюзном слете из-за столкновения разбился паритель Козлов на планере Г-9.

такой высоте становится гораздо свободнее и можно меньше обращать внимания на местность, так как небольшие нисходящие потоки здесь уже не будут чувствоваться.

При правильном режиме полета, используя поднимающие планер порывы ветра, можно достичь предельной высоты подъема — «потолка» планера при данном ветре. При благоприятной обстановке можно совершить полет на дальность. Для этого необходимо набрать такую высоту, чтобы, планируя с нее, можно было достичь ближайшей торы с восходящим потоком, затем переходить к следующей и т. д. Практика такого рода парения крайне необходима для начинающего и для тренирующегося пилота-парителя, так как она учит управлению планером и обогащает опытом.



Фиг. 20. Верхний слой представляет собой спокойный восходящий поток.

Лишь после того как пилот неоднократно выполнял подобного рода полеты и чувствует себя вполне уверенно в машине, он может приступить и к выполнению больших заданий, — например, к парению в восходящих токах у облаков. Каждый пилот, прежде чем предпринять такого рода полеты, должен твердо усвоить, что парение у облаков может поставить его в очень критическое положение.

Прежде чем разрешить пилоту переход к этим ответственным полетам, необходимо показать ему все случаи перехода в ненормальное летное положение и научить его выходить из них. Таковы потеря скорости и штопор, скольжение на крыло, пикирование, снос и т. д. Лучше всего проделать это практически на двухместном планере или самолете.

К снаряжению планериста прежде всего относится прочная обувь. Совершенно неуместны пьюксы, так как в них летчик чувствует себя неуклюжим при чувствительном руле направления. Лучше всего подходят шнуровые ботинки, которые защищают голеностопный сустав.

Безусловно необходимо одевать в полет фуражку, лучше всего козырьком назад, чтобы ее не сдувало ветром. Кожаный

шлем с застегнутыми наушниками совершенно непригоден, так как затрудняет планеристу использовать слух. Летать с непокрытой головой тоже неразумно, так как при легкой аварии можно получить ранение. Исходя из того же соображения, надо в полеты одевать костюм даже летом, когда для обычного спорта пользуются трусиками. Весьма практичен для полетов спортивный костюм. Летные очки летом совершенно излишни. При чувствительности глаз очками можно пользоваться зимой. Очки должны быть из слюды, стекла триплекс или из целлулоида, так как осколки обыкновенного стекла могут причинить тяжелые ранения.

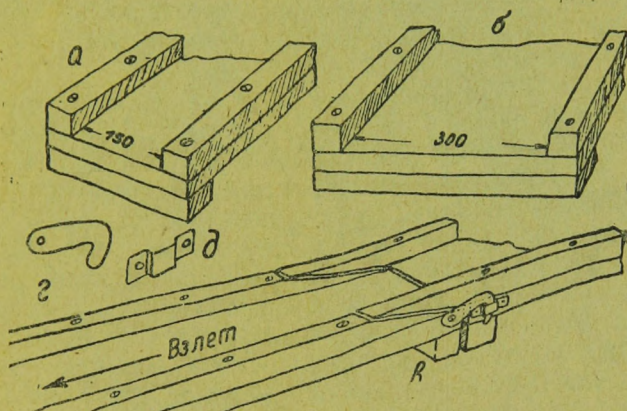
Близорукий должен надевать прочно сидящие очки, но при приближающейся аварии стараться своевременно сорвать их, так как они всегда опасны для глаз.

ТЕХНИКА СТАРТА

Взлетный трамплин

Признаком безукоризненного владения планером, особенно высококачественным, рекордным, является овладение в совершенстве стартом.

Для хорошего старта, помимо хорошего амортизатора, безусловно необходим взлетный трамплин. Значение трамплина



Фиг. 21. Детали взлетного трамплина: а — начало, б — конец, в — стыкование частей, г и д — детали стыкования.

еще слишком мало учитывается. На фиг. 21 показано устройство трамплина для старта. Трамплин должен быть не короче 10—12 м и состоять из звеньев 2—3-х размеров. На постоянных планеродромах на основных направлениях могут быть установлены постоянные неразборные трамплины. Фиг. 2, б показывает, как должно быть устроено место стыка частей. Ни одна деталь планера ни в коем случае не должна во время старта задевать где-либо за помост. Необходимо поэтому всегда помещать на трамплин всю машину, включая и хвост фюзеляжа (костыль).

Амортизатор

Для различной местности употребляются амортизаторы с различной обмоткой: для гладкого грунта — с матовой нитяной обмоткой, для каменистого — с суровой более толстой обмоткой (глянцевая обмотка не рекомендуется). Амортизатор в 800 нитей¹ более долговечен, нежели в 600. Учебный амортизатор нормальной длины в 40—50 м обязательно должен удлиняться по концам пеньковым канатом, каждый конец длиной не менее 10 м. За эти концы хватается стартовая команда. При хватке непосредственно за амортизатор сдвигается обмотка и чересчур натягивается вблизи кольца амортизатора. В этих местах обмотка прорывается и образуются слабые места.

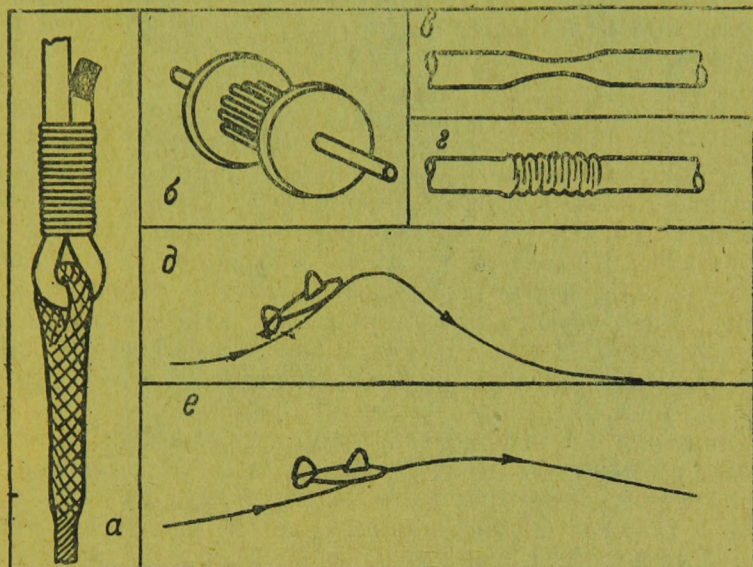
Амортизатор должен храниться в висячем положении в темном помещении с умеренной температурой. Солнечные лучи вредят амортизатору больше, чем холод. Вода и сырость также вредят амортизатору, поэтому нельзя оставлять его на ночь снаружи. Мокрый амортизатор высушивается в развешенном виде.

На одном конце амортизатора в 600 нитей² никогда не должно быть больше четырех человек; нормально конец должны тянуть лишь три человека. Для нормального старта достаточно удлинение до 70%. Большая вытяжка прозит сдвижением обмотки и образованием в этих местах утончений. Удлинение (надставка) амортизатора производится при помощи петли (фиг. 22, а), которая обвивается крепким шпагатом толщиной в 1 мм, с предварительной растяжкой места обвивки. Для того чтобы свободный конец не выскальзывал при растянутом амортизаторе, его тоже обвивают ниткой на протяжении приблизительно 30—40 мм. Длина обвивки петли должна быть в нерастянутом состоянии не менее 20 см. В образованную таким путем петлю влетается или ввязывается узлом пеньковый канат длиной около 5 м. Благодаря этому резиновый амортизатор используется полностью. Легко избавить себя от неприятной работы по распутыванию амортизатора, если наматывать его на деревянную катушку, показанную на фиг. 22, б. Если на амортизаторе появляется утонченное место (фиг. 22, в), то оно указывает на надрыв в этом месте резины. Слабое место должно быть сейчас же вырезано и концы связаны или простым узлом, или же с помощью двух петель (как указано на фиг. 22, а).

¹ 18 мм.

² 16 мм.

В песчаной местности при растяжении амортизатора в него легко попадает песок. Поэтому после употребления амортизатор необходимо перебирать, растягивая и встряхивая. Этим удаляются частицы пыли и песка. Из этих же соображений и для предохранения от износа обмотки амортизатор нельзя волочить по земле — его нужно перевозить на тележках или переносить на себе. Недопускать переезда через амортизатор тележек, планеров, машин и т. п., так как при этом давятся



Фиг. 22. Амортизатор: *а* — удлинение и связывание амортизатора, *б* — катушка под амортизатор, *в* — разрыв, *г* — стягивание обмотки, *д* — перетянутый взлет, *е* — нормальный взлет.

резиновые нити и амортизатор в этих местах теряет плотность.

Повреждения амортизатора могут быть частично отремонтированы. Так, при стягивании обмотки необходимо вытянуть амортизатор вдвое против начальной длины и в этом состоянии равномерно распределить обмотку.

Места повреждения обмотки обматываются изоляционной лентой. Если у обмотки обнажился большой кусок резины, то это место из амортизатора необходимо вырезать и концы сросить. При сращивании концы закладываются друг на друга на длине 250—300 мм и туго обматываются шпагатом. Витки шпагата должны лежать тесно рядом.

Сморщивание наружной оплетки амортизатора (фиг. 22,г) неопасно. Оно является следствием внезапного неравномерного ослабления натяжки амортизатора, — как например, при падении кольца при раннем взлете (фиг. 22,д). Следует всегда избегать такого взлета. Руководитель полетов должен строго взыскивать за это. Сравнение фиг. 22,д и 22,е ясно указывает, что при передирании машины во время взлета не только ничего не выигрывается, а, наоборот, теряется; кроме того, вследствие неизбежной потери скорости машина проваливается, что очень нежелательно для машины с задней центровкой.

Неудавшийся старт

Если вследствие какой-либо причины стартовой энергии нехватило и неосвободившаяся машина более или менее быстро скользит вниз по склону, ее постепенно надо положить на одно крыло. Такого рода прием особенно необходим, если машина катится к кромке леса или к крутому обрыву.

Подобный неудавшийся старт может также стать опасным и для стартовой команды, если она во-время не бросилась в стороны или не упала на землю. Поэтому надо всегда иметь хорошо инструктированную команду.

Стартовая команда должна тянуть амортизатор углом таким образом, чтобы в начале движения между правой и левой группой было расстояние не менее двух размахов планера и тяга каждой группы происходила в направлении сторон угла амортизатора. Это особенно важно при пробежках и подлетах начинающих.

Катапультный старт

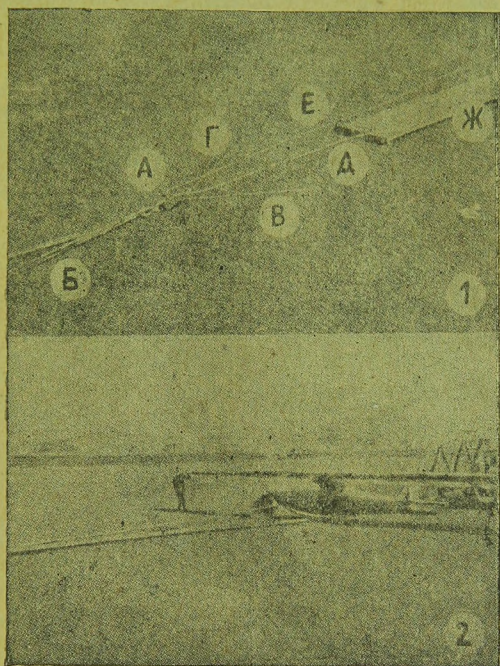
Нормальный старт с амортизатором и пробежкой невыполним в двух случаях:

- 1) если стартовая команда недостаточна;
- 2) если старт производится с крутого склона, к краю которого команда не побежит; если заставлять бежать к краю крутого обрыва даже надежную команду, то это почти всегда приведет к неудачному старту, так как команда начнет отставливаться слишком рано.

Указанные недостатки могут быть избегнуты при катапультном старте, т. е. при таком, при котором машина прочно удерживается на месте, одни концы растянутого амортизатора закрепляются к земле штопорами, а другие присоединяются

к кольцу, надеваемому на крючок фюзеляжа. Этот способ старта, применяемый в том виде, как здесь описано, имеет большие недостатки:

1) фюзеляжу планера приходится выдерживать излишние напряжения;

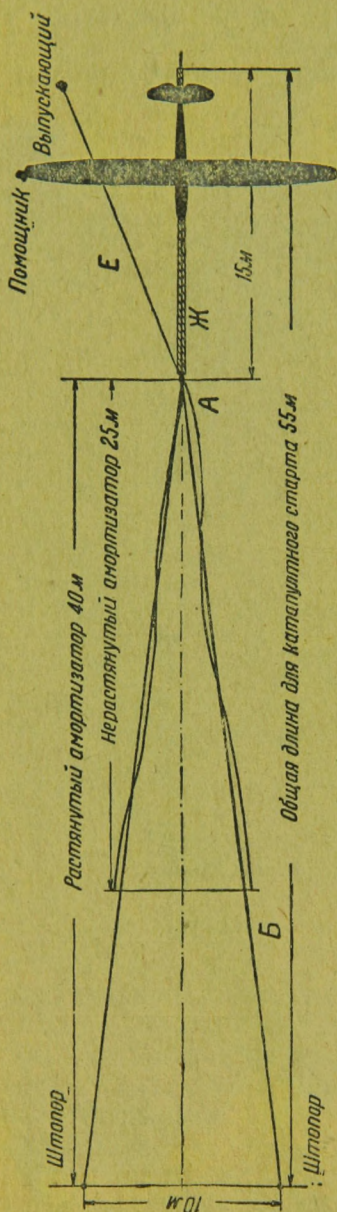


Фиг. 23. Катапультный старт: 1) замок; 2) зацепление за стартовый крючок.

2) неудачный старт неизбежен, если в силу каких-либо причин самоспуск преждевременно отцепится;

3) крайне неприятен момент посадки пилота в закрепленную и натянутую машину, так как случайное освобождение ее в этот момент может иметь последствием тяжелый несчастный случай.

Перечисленные недостатки заставили перейти к другому методу катапультного старта, при котором амортизатор закрепляется не непосредственно к планеру, а к специальному замку-самоспуску впереди машины (фиг. 23). Тросы I' и B



Фиг. 24. Схема катапультированного старта.

служат для укрепления замка *А* к земле; трос *Е* открывает замок, трос же *Д* лишь тогда прикрепляется к машине, когда остальные тросы натянуты. Для выполнения этого вида старта, кроме самого пилота, нужны лишь два помощника.

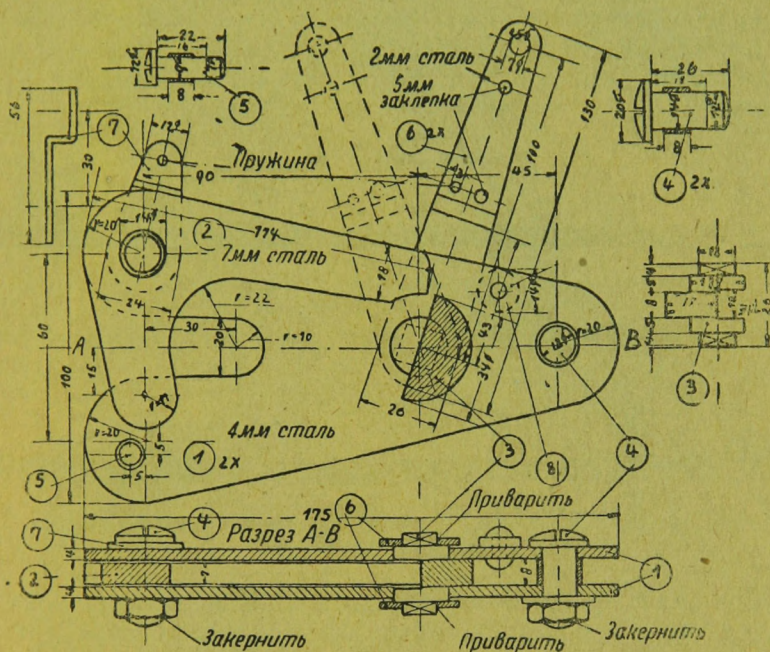
Фиг. 24 дает общую схему старта, а фиг. 25 — чертеж замка.

Техника катапультированного старта

Для выполнения катапультированного старта сначала устанавливают точно по направлению ветра трамплин длиной около 15 м. Для лучшего скольжения его нужно смазать жидким мылом. Планер устанавливается на конце дорожки так, чтобы на ней же приходился и костыль, так как иначе костыль легко зацепляется за дорожку и происходит повреждение органов управления.

Самопуск укрепляется к земле помощью двух штопоров и тросов длиной каждый около 1 м. Самопуск необходимо помещать возможно ближе к трамплину. Спереди на самопуск навешивается прочное кольцо, к которому с помощью карабинов присоединяются концы амортизатора. Стальной трос отходит от указанного кольца и до зацепления его за стартовый крюк машины располагается на стартовой дорожке *Ж*. Пилот и оба его помощника натягивают один за другим концы амортизатора и с

помощью карабинов прикрепляют их к штыпорам. После этого пилот занимает место в машине. Первый помощник поддерживает крыло, а второй зацепляет стальной трос с замком к стартовому крюку машины. Рекомендуется включить параллельно тросу промежуточную пружинящую часть, для того чтобы держать натянутым кольцо, лежащее на стартовом крючке. Необходимо очень тщательно испытать стартовый крючок, чтобы он никоим образом не отказывал



Фиг. 25. Устройство замка.

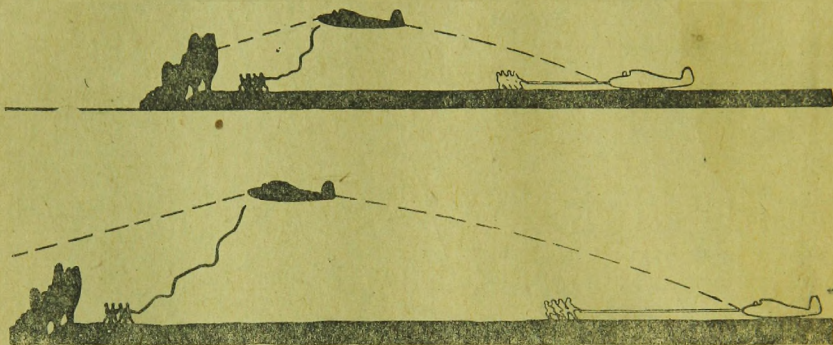
в действии при освобождении амортизатора. Затем следует старт. Помощник № 2 направляется к хвосту планера и производит выпуск его помощью пускового троса Е. Если все тросы правильно натянуты, то старт должен удался. Само собой разумеется, что желающие испытать этот вид старта должны сперва провести его на равнине, чтобы приобрести опыт в закреплении тросов и в общем распорядке. Указанная нами на фиг. 24 длина натяжения относится к доброкачественным нормальным амортизаторам. никоим образом нельзя применять амортизаторов изношенных или с изъя-

нами. Описанный метод старта применим лишь для машин с фюзеляжем, но не для учебных планеров с фермой.

Высокий старт. Старт помощью оттяжного блока

Очень часто бывает невозможно использовать склон из-за недостаточной на нем площадки для взлета. Если амортизатор нормальной длины не позволяет, например, перелететь через гряду деревьев на краю склона, как показано на фиг. 26, то прибегают к двойному амортизатору.

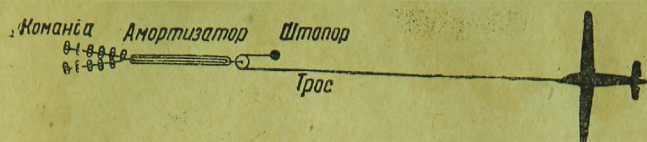
Разнообразнейшие методы высокого старта могут быть применены и на ровной местности. Предполагается при этом, что пилот уже умеет летать и что он владеет техническими знаниями.



Фиг. 26. Вверху — нормальный старт, внизу — старт с двойным амортизатором.

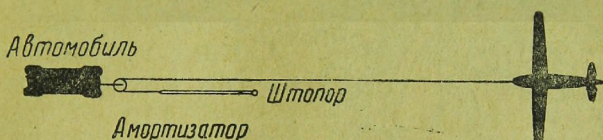
При высоком старте с оттяжным блоком команде придется бежать с половинной скоростью; сила натяжения в этом случае, конечно, соответственно больше. На фиг. 27 показана схема этого метода. Стартовая команда может быть, конечно, заменена автомобилем (фиг. 28). Во всех случаях необходимо включение амортизатора для того, чтобы придать старту большую плавность и увеличить ускорение взлета. В то время как раньше такие старты выполнялись при наличии стартового крючка у планера, в настоящее время для них пользуются спусковым крючком, как при авто- или самолето-буксирных стартах. Длина троса должна быть равна приблизительно 300—400 м. Диаметр 2—3 мм. Трос должен выдерживать максимальное натяжение в 450—500 кг, следовательно, в критическом случае он будет рваться. Опыты показали, что при грамотном пилотировании даже на двухместном планере

и при болтанке максимальное натяжение не превышает 350 кг. Многочисленные самолето- и автобуксирные полеты с применением троса прочностью на разрыв около 400 кг ни



Фиг. 27. Старт с помощью блока.

разу не давали разрыва, даже в сильно завихренной атмосфере.



Фиг. 28. Автостарт с блоком.

Старт помощью авто- и мотолебедки

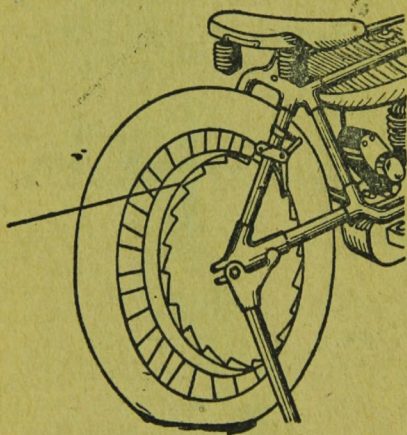
Фиг. 29 показывает способ старта помощью лебедки, которая в данном случае прикреплена к заднему колесу мотоцикла и приводится им в движение,

С помощью мотоцикла могут буксироваться планеры весом не более 150 кг. При этом мотоцикл должен иметь не менее 3 литражных (налоговых)¹ сил. Буксировка будет успешной при ветре 4—7 м/сек. При штиле мощности нехватит. Во всех слу-



Фиг. 29. Старт с мотолебедкой.

чаях автомобилю следует отдавать предпочтение перед мотоциклом: большая мощность и массивность создают большую надежность буксировки. Фиг. 30 схематически показывает вид лебедки на мотоцикле. В механизме обязательно должна быть



Фиг. 30. Схема мотолебедки.

собачка с храповиком для торможения барабана на случай остановки мотора. Особое внимание должно быть уделено переключению передач.

Сходное устройство показано на фиг. 31, но здесь барабан прикреплен к заднему колесу автомобиля. Автомобиль поднят на козлы и укреплен на месте. Весьма важна правильная и равномерная намотка троса на барабан. Это делает помощник с помощью кулисы, передвигая ее вправо и влево перед барабаном; конечно, намотку можно механизировать.

Перед началом опытов надо точно высчитать необходимый диаметр барабана, учитывая, что, если у машины нет выключателя дифференциала, то свободное колесо с барабаном при заторможенном втором колесе будет иметь число оборотов вдвое больше нормального.

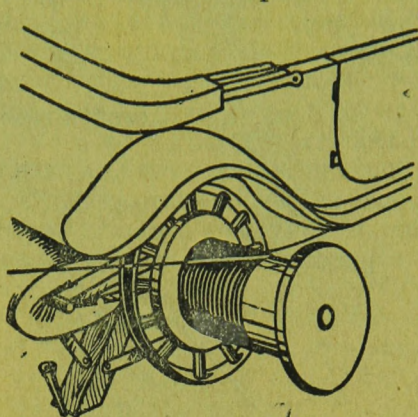
При применении ведущего колеса мотоцикла или автомо-

¹ $N = 0,3 \cdot d^2 \cdot s \cdot i$, где: d — диаметр цилиндра в см, s — ход поршня в м, i — число цилиндров.

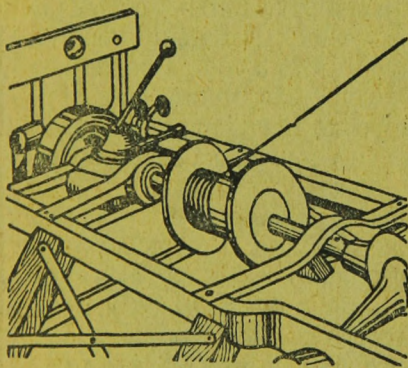
бия в качестве лебедки необходимо определить предварительно скорость наматывания троса при различных положениях сектора газа и, прикрепив к нему лист бумаги, сделать условную разметку скорости троса и тем самым планера.

На фиг. 32 и 33 показана лебедка на карданном валу автомобиля и специальная стартовая лебедка.

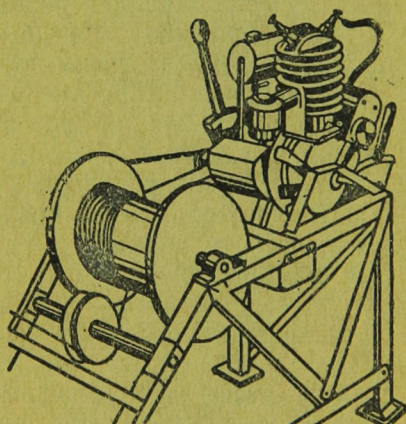
Первый старт лучше всего провести опытному пилоту. Он определяет с помощью возможно более точного указателя скорость машины и, при превышении нормальной скорости более, чем на 20%, сейчас же отцепляется. При лебедочном старте, в противоположность автобуксирному методу, о котором речь будет ниже, старты могут выполняться гораздо менее мощными автомашинами. Кроме того, планеродром не портится колесами от



Фиг. 31. Лебедка на заднем колесе автомобиля.



Фиг. 32. Лебедка на карданном вале.



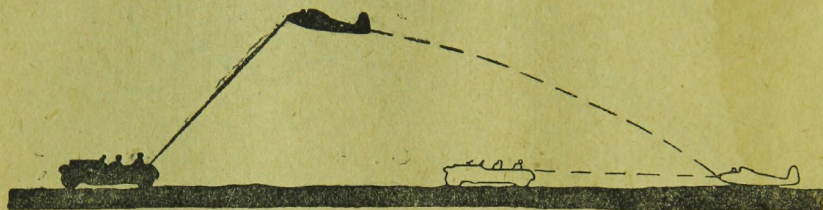
Фиг. 33. Специальная стартовая мотолебедка.

буксующих колес автомобиля. Эти преимущества заставляют предпочитать лебедочный старт.

Необходимо указать на один недостаток этого старта: постепенное укорачивание троса, так как часть его наматывается на барабан. Для достижения высоты приблизительно в 200 м при лебедочном старте требуется около 800 м троса, в то время как при автобуксирном старте та же высота вполне может быть достигнута с тросом в 300—400 м.

Автобуксирный старт

Все описанные нами до сих пор методы старта имели точку опоры на земле — штопор, лебедку и пр. Теперь мы переходим к тому виду старта, который вызвал много похвал, и порицаний, но который, несомненно, представляет огром-



Фиг. 34. Автобуксирный старт.

ный интерес для планеризма, — это старт буксировкой автомобилем (фиг. 34). Уже братья Райт выполняли автобуксирные полеты на своих первых планерах. Вновь «открыли» автобуксирный старт американцы. Они, главным образом ради удобства, «впрягали» в планер автомобиль. Следствием легкомысленного отношения к делу было много аварий и жертв (если пилот при автобуксировке пытается, например, делать переворот через крыло, то это иначе, как легкомыслием, назвать нельзя).

Автостарту свойствен крутой подъем в начале взлета, как при ранее описанном методе высокого старта. При некоторых обстоятельствах, особенно при укреплении троса на носу фюзеляжа, надо при высоком старте больше брать на себя руль высоты, чтобы на наименьшем участке достичь большей высоты. Само собой понятно, что фюзеляжу в этом случае приходится испытывать большие изгибающие напряжения.

Возникающие напряжения в крыльях могут при известных обстоятельствах, особенно при стремлении достичь большой высоты, повести к поломкам планера. Поэтому настоятельно рекомендуется брать с собой парашют. Как на авто-

мобиле, так и на планере должны быть устроены весьма надежные замки для отцепления троса.

Высоты, достигаемые методом автостарта, позволяют по отцеплении планера совершать термические парящие полеты.

Со способами выполнения старта мы познакомимся ниже при описании самолето-буксирного старта. Многие практические советы, как например, обозначение буксирного троса флажками, монтаж динамометра и т. п., имеют одинаковое значение как при авто-, так и при самолето-буксирных полетах. При автостарте можно также посоветовать применение сбрасываемого вспомогательного шасси планера¹.

Автомобиль, применяемый для автобуксировки, должен иметь не менее 8 литражных сил для планеров весом до 250 кг и не менее 12 литражных сил для более тяжелых планеров². Так же как и при лебедочном старте, трос не должен быть толще 3,5 мм. Лучше всего применять трос двойного кручения со стальной сердцевинкой. При сыром грунте для увеличения сцепления на задние колеса должны быть надеты цепи. Скорости буксировки указаны ниже.

Применение мотоциклов для буксирного старта может иметь место для планеров весом не более 150—170 кг. При этом мотоцикл обязательно должен иметь коляску, в которой лицом назад сидит «сцепщик». Мощность двигателя должна быть не менее 3 литражных сил. Успешность буксировки будет зависеть от наличия ветра скоростью не менее 4—7 м/сек. При штиле мощности нехватит. Зацепление троса должно быть возможно ниже между мотоциклом и коляской.

Применение механизированного высокого старта и автобуксировки требует тщательной технической подготовки и организационной четкости. Печальный опыт недооценки опасностей механического старта требует полной продуманности и надежности механизмов и приспособлений.

Для каждого планера должна быть определенная допустимая скорость буксировки и угол троса. Для планеров учебного типа она должна быть не более 60 км при угле троса в 30°. Несоблюдение этого правила может повести к возникновению больших перегрузок и к поломкам планера в воздухе.

Для непосредственной автобуксировки или при использовании автомобиля как лебедки разрешается применять только открытую машину с откинутым верхом, чтобы обеспечить

¹ Автостарт у нас разрешается производить только с особого разрешения ЦС Осоавиахима.

² Автомобили ГАЗ („Форд“) легковой и грузовой (1,5 т) имеют около 12,5 л. с. и вполне подходят для буксировки планеров весом до 350 кг.

водителю полную видимость. Лимузины, например, для этого непригодны.

Во всех случаях в машине должен находиться инструктор (руководитель полетов). Только он один имеет право давать указания водителю и лично производить отцепление троса в случае необходимости. Он же в случае нужды рубит трос с помощью аварийного приспособления для разрубания троса. На случай отказа рубильника необходимо иметь достаточно сильные кусачки. Желательно, чтобы при инструкторе был помощник у лебедки.

Инструктор и пилот перед каждым полетом точно устанавливают порядок старта и точно соблюдают его во всех случаях. Сигнализация при старте та же, что и при самолетобуксирном старте.

Буксирный трос должен быть обеспечен от зацепления за рессоры или другие части автомобиля, для чего необходимо предусмотреть устройство фанерных обтекателей этих частей. Трос обязательно должен быть отмечен флажками, причем, отступя на 2 м от конца троса, у планера на длине 50 м должно быть четыре флажка размером каждый не менее 20×30 см.

Во время старта наблюдающие должны находиться за местом старта планера или далеко в стороне от взлетной полосы. Уборка сброшенного троса производится только по окончании полета или по выходе планера из зоны старта.

По отцеплении планера автомашина или автолебедка немедленно останавливается. Выборание троса лебедкой или возвращение автомашины может последовать только после полного убеждения в отцеплении планера.

Расчаленные планеры, подвергаемые механизированному старту, должны иметь несущие расчалки крыла из тросов диаметром 3,6 мм со стальной сердцевинкой. Расчалка хвоста и кресты между подкосами могут делаться из рояльной проволоки.

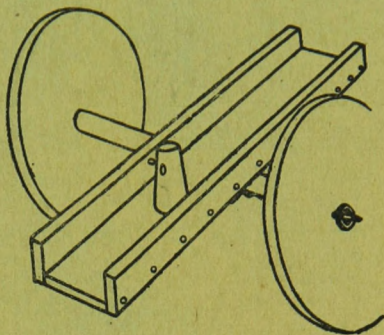
При проведении механизированного старта должны иметься следующие приборы: счетчик оборотов барабана, тарированный на скорости троса, термометр радиатора, анемометр и ветроуказатель.

Стартовая тележка

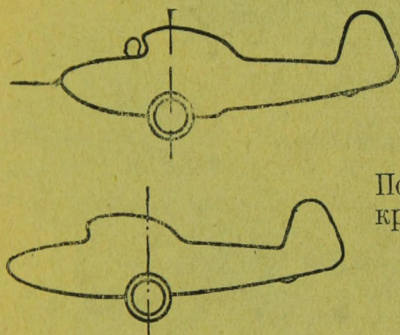
Стартовая тележка является необходимой принадлежностью при эксплуатации современного планера. Стартовая тележка (фиг. 35) служит для того, чтобы вывезти собранный планер

из ангара к старту и привезти его обратно с места посадки на планеродром к старту или месту стоянки. Тележка избавляет от излишней вспомогательной команды, сберегает время и предохраняет машину от поломок и поэтому в значительной мере способствует успеху дела.

Ось стартовой тележки не нуждается в рессорах, но нужно усиленно рекомендовать пневматики на колеса. Удобнее же всего пользоваться сбрасываемым шасси. Если закрепляющий шип зацепляется точно так же, как при буксирном полете, то всякое иное укрепление тележки к машине является излишним. Можно даже приподнимать планер над небольшими рвами, не боясь отцепления тележки. Для того чтобы разгрузить помощника, несущего хвост фюзеляжа, шип при постройке тележки делают не строго над осью, а отступя приблизительно на 150 мм.



Фиг. 35. Стартовая тележка.



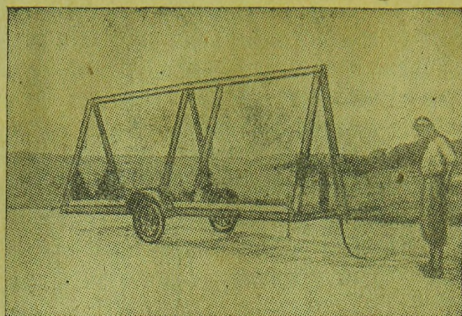
Фиг. 36. Положение тележки с пилотом и без него.

Для поддержания хвоста фюзеляжа делают широкий кожаный пояс, подбитый войлоком. На обеих сторонах его имеется по ручке обычного сундучного типа.

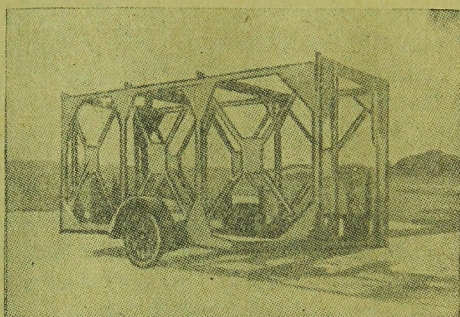
Пояс застегивается пряжкой вокруг фюзеляжа.

Транспортная тележка

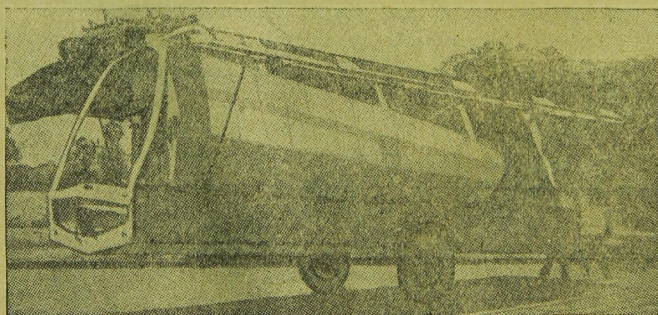
В первые годы безмоторного летания отдельные части планера обычно нагружались на грузовой полук и к старту прибывали почти всегда более или менее поврежденными. В настоящее время одновременно с планером строится и транспортная тележка. Последняя должна иметь безукоризненные рессоры и пневматики на колесах. Центр тяжести нагруженной тележки должен лежать возможно ниже. Тележка должна быть достаточно жесткой на скручивание, так как иначе деформации рамы, вызванные неровностями дороги, воспринимаются



Фиг. 37. Легкая транспортная тележка.



Фиг. 38. Неудобная транспортная тележка: центр тяжести высоко из-за высокого помещения центроплана.

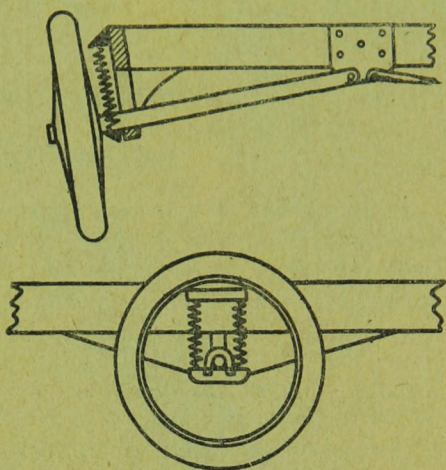


Фиг. 39. Тележка конструкции Вольфа Хирта.

самими крыльями, и нарушенная этим путем в каком-либо месте склейка может привести к катастрофе.

Транспортную тележку целесообразно делать возможно более легкой. Особенно прочную и легкую конструкцию дает принцип пространственной статически определимой фермы с проволоочной расчалкой (фиг. 37). Фиг. 38 показывает мало практичную тележку, у которой самая тяжелая часть — центроплан — лежит на верху на раме. На фиг. 39 показана очень хорошая, совершенно закрытая транспортная тележка Вольфа Хирта. Консоли снимаются в сторону, а центроплан лежит на самом глубоком месте и легко может вдвигаться и выдвигаться на небольшом полозе. Шарнирно укрепленные вверху боковые рамы образуют крышу, под которой можно даже работать (на одной стороне тележки укреплены наждачный круг, точило и тиски).

Очень важен способ присоединения тележки к буксиру. Практичным оказалось регулируемое по высоте соединение, имеющее соединительный шип с двойной амортизацией в направлении тяги. На всякий случай рекомендуется устраивать предохранительное соединение. На фиг. 40 показана дешевая конструкция качающейся оси транспортной тележки. Вместо спиральных пружин можно использовать старый амортизатор. Это неудобно тем, что при переездах на большие расстояния приходится часто делать добавочную намотку.



Фиг. 40. Амортизированная независимая подвеска колес.

САМОЛЕТО-БУКСИРНЫЙ СТАРТ

Значение буксировки

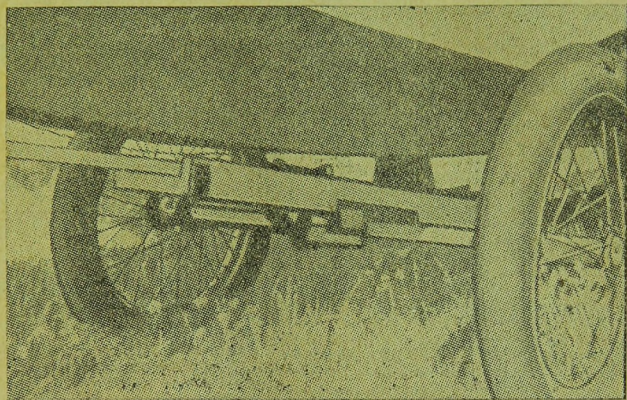
Готтлиб Эспенлауб был первым пилотом-парителем, испытывавшим буксирный полет с помощью самолета. Рен-Розиттенское о-во было первой организацией, признавшей и использовавшей буксирный парящий полет в научных целях. Для этого инж. Липпиш сконструировал специальный буксирный планер, который на Вассеркуппе был забуксирован на высоту с помощью самолета «Фламинго». Поведение планера после отцепления тщательно регистрировалось; барографы регистрировали скорости подъема и снижения машины. Этим путем были получены весьма ценные данные. Успехи буксирных парящих полетов позволяют надеяться, что в ближайшие годы парящие полеты найдут широчайшее распространение.

Многочисленные полеты на большие расстояния стали возможными лишь благодаря применению самолето-буксирного старта. Надо полагать, что в недалеком будущем будут сконструированы специальные тихоходные, но мощные самолеты, единственной задачей которых будет буксировать планеры на высоту. Планеродромы, расположенные на равнине и не имевшие до сих пор необходимых условий для совершения длительных парящих полетов, теперь, с введением в практику буксировки самолетом, получают возможность совершать даже рекордные парящие полеты. Этим, однако, не исчерпывается значение буксирного старта. С помощью мощных машин возможно будет брать на буксир тяжелонагруженные планеры для полетов на дальние расстояния. Буксирный старт дает возможность составлять целые воздушные поезда из одного моторного самолета и нескольких безмоторных прицепных планеров. Этим путем пассажиры совершенно избавятся от неприятностей моторной установки. Помощью буксирного старта можно вывести из одного центрального аэропорта целый ряд мелких планеров, которые затем, отцепляясь от самолета, могут направиться каждый в место своего назначения.

Вспомогательное шасси планера

Само собой разумеется, что предназначенный для буксирования самолет должен иметь известный избыток мощности, — самое меньшее в 60 л. с. при скорости 80 км/час. Всякая нескоростная машина может быть пригодной для буксирного старта.

В то время как помощью самолета мощностью в 100—120 л. с. возможен старт планера без шасси при штиле или легком ветре, для старта при самолете с мотором в 70 л. с.



Фиг. 41. Вспомогательное сбрасываемое шасси (бросается с 5 м).

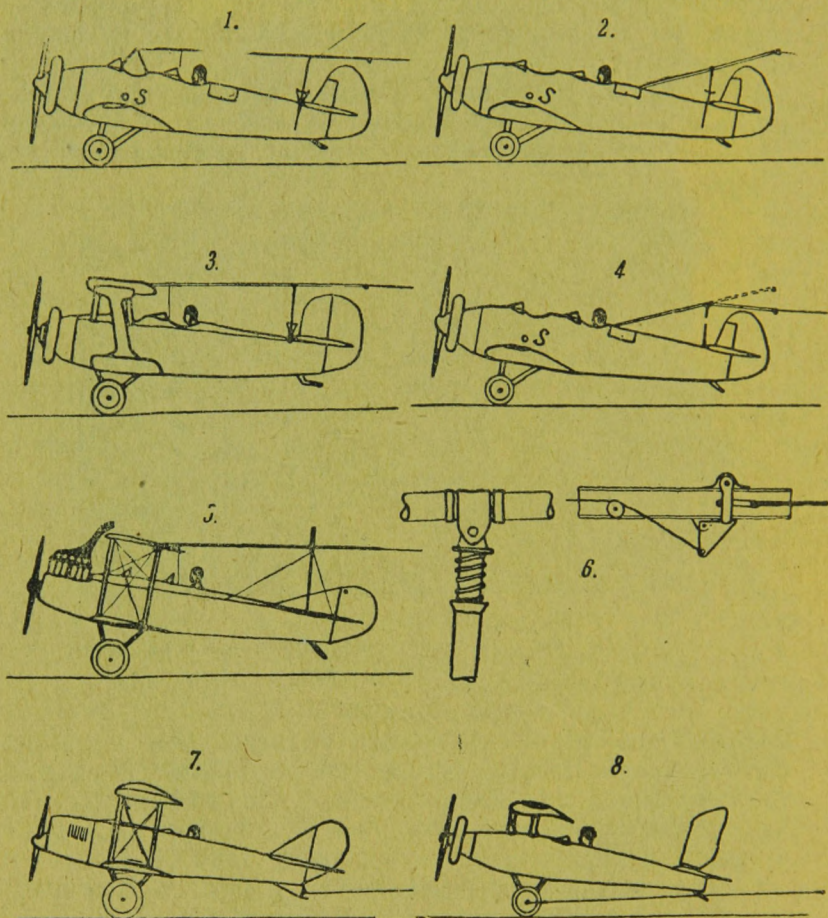
планер, по возможности, должен быть снабжен сбрасываемым шасси. Правда, буксирный старт планера на лыже удастся и при мощности самолета в 70 л. с., но при этом взлетный разбег получается чрезвычайно длинным. Напряжения в креплении планера будут при этом очень высокими.

На фиг. 41 показано вспомогательное сбрасываемое шасси.

Крепление троса к самолету

Фиг. 42 показывает различные приспособления для крепления буксирного троса на самолетах. При проектировании такого приспособления надо обращать внимание на то, чтобы направление тяги проходило возможно ближе к центру тяжести самолета или через него. Моменты, возникающие относительно поперечной оси в конструкциях 1, 3, 5, легко пога-

шаются органами управления¹. Хотя в конструкции 2 направление тяги проходит прямо через центр тяжести самолета, все же наклонная установка жесткой тяги ведет к неблагоприятному отгибанию ее при старте. В конструкции 4 устраняется



Фиг. 42. Способы прицепления троса.

этот изгиб путем устройства шарнира. В то время как в конструкциях 5 и 3 собственно буксирный трос прочно зацеплен за крючок возле пилота, размыкающее приспособление при других конструкциях помещается на конце направляющей

¹ Допустимо при буксировке одноместных планеров.

трубки; лишь спусковой трос доходит до пилота. Для того чтобы дать натяжному пруту некоторую игру кверху, последний в большинстве конструкций прикрепляется к телескопической трубе, устанавливаемой на кардане впереди органов управления. Телескопическая труба может в известных пределах поворачиваться в сторону. В конструкциях 1 и 2 эти боковые колебания гасятся с помощью резинового шнура.

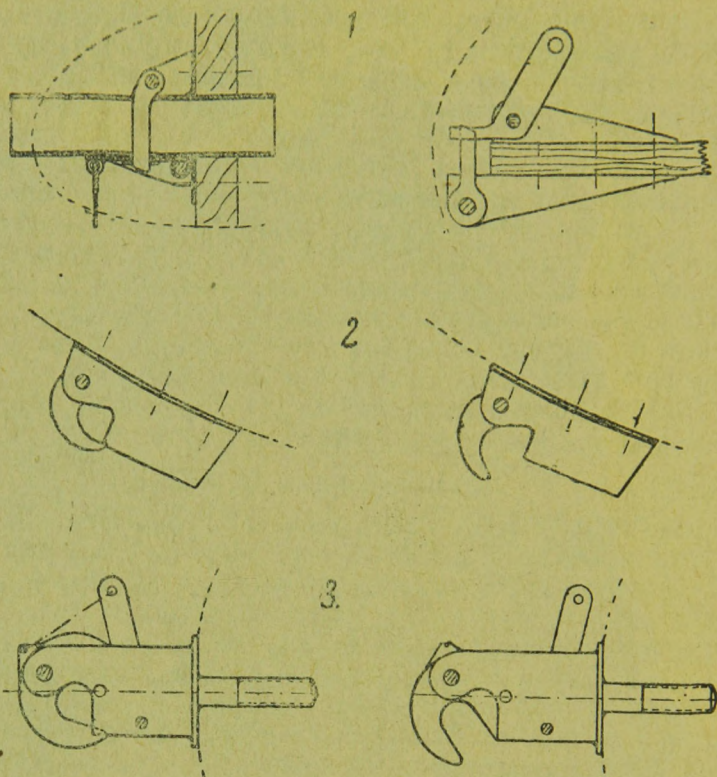
Упомянем здесь еще о двух менее удачных способах крепления буксирного троса к самолету 7 и 8: непосредственно к костьюлю или к хвосту фюзеляжа — американский способ — и к оси шасси — способ Эспенлауба. Оба эти способа не позволяют планеру подняться сколько-нибудь выше самолета без того, чтобы не испортить летные свойства его.

Планер должен выдерживать без деформации скорость в 100 км/час. Наличие парашюта обязательно.

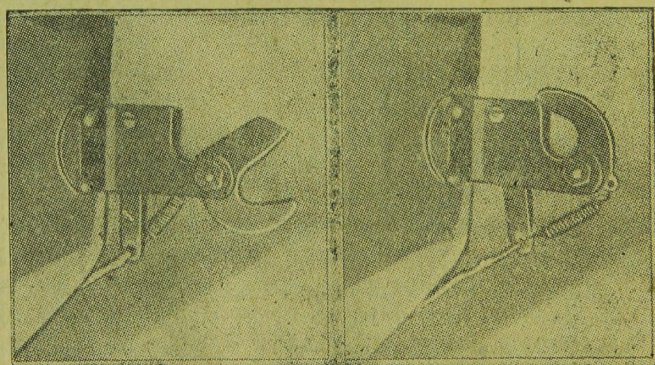
Зацепление троса на планере

На фиг. 43 и 44 показаны различного рода устройства спусковых крючков на планерах. Они могут иногда применяться и в качестве нормальных стартовых крючков. При употреблении этих крючков следует обращать внимание на то, чтобы они надежно освобождали трос, не исключая и того случая, когда в силу каких-либо причин самолету надо отцепиться самому. С этой точки зрения предпочтение следует отдать типу 3 на фиг. 43. Само собой понятно, что спусковой крючок должен укрепляться на планере в таком месте, которое по прочности по крайней мере вдвое превышает прочность буксирного троса. Прочность стартового крючка должна быть не меньше 1000 кг.

Колебания буксирного троса при порывистом ветре могут значительно повысить напряжения в конструкции. Во избежание вырывания носа фюзеляжа трос должен рваться первым. Всякий хорошо и прочно построенный тренировочный или рекордный планер годится для буксирного старта. Надо обращать внимание на то, чтобы тросы и тяги управления планеров не имели никакого люфта при компенсированных, но не амортизированных рулях, так как, в противном случае, колебания рулей могут вызвать вибрации крыльев, что при высоких скоростях может повести к поломкам в воздухе. В жаркие дни рекомендуется непосредственно перед стартом дополнительно подтянуть тросы управления, удлинившиеся под влиянием температуры; тросы управления, достаточно натянутые рано утром или поздно вечером, могут значительно ослабеть под влиянием полуденной жары.



Фиг. 43. Схема разных спусковых крючков.



Фиг. 44. Одна из лучших конструкций спусковых крючков.

В качестве буксирного троса применяется стальной трос толщиной около 3 мм и длиной 80—150 м. Весьма целесообразно прикрепить к буксирному тросу 3—4 небольших флажка для того, чтобы пилот планера мог видеть его колебания, а пилот самолета мог заметить, когда брошен трос.

Буксирный взлет и полет

Для буксирного взлета самолет устанавливается строго против ветра на расстоянии длины буксирного троса от планера. Стартер стоит между обеими машинами. Трос прицепляется к самолету и планеру, причем надо строго проверить, прочно ли защелкнуты замки. На каждом конце крыла планера стоит по хорошему бегуну. Если все в порядке, стартер дает сигнал. Машина начинает пробегку и стартуется нормально. Если после пробегки в 400—500 м планер еще не поднялся, то пилот самолета должен расцепиться и стартовать без планера. Нормально на вспомогательном шасси планер уже после 100 м пробега поднимается в воздухе. Обрасывание шасси производится, когда планер уже в воздухе; для этого пилот снижает планер до 5 м.

При взлете употребляются следующие сигналы:

«планер готов» — держащий левое крыло машет белым флагом;

«самолет готов» — то же самое.

После этого пилот самолета дает газ и натягивает трос. Сопровождающий планер дает тот же сигнал, обозначающий теперь «старт», и самолет идет на взлет. Применение вместо этих простых сигналов различных семафорных знаков приводит к недоразумениям.

В полете пилот самолета и планера сигнализируют друг другу только руками. Метод покачивания самолета или отклонение руля поворота недопустим. Рукой подаются следующие сигналы:

«лететь ниже» — левую руку выбрасывают за борт и машут от горизонтали вниз;

«лететь выше» — левой рукой машут от горизонтали вверх;

«отцепиться» — правой рукой машут над головой пилота вверх и вниз.

При этом рука должна быть обернута белым платком. При двухместном самолете наблюдатель («сцепщик») может употреблять сигнальные цветные флажки.

Пилот самолета должен следить в воздухе в первую очередь за тем, чтобы лететь с равномерной скоростью, но не

слишком медленно. Для каждого типа планера должна быть установлена допустимая воздушная скорость буксирования. Эта скорость отсчитывается указателем скорости, причем на тарировку последнего на самолете надо обратить особое внимание.

В зависимости от прочности планера допустимая скорость буксировки колеблется в пределах от 90 до 120 км/час.

При каких-либо опасных вибрациях органов управления или несущих частей планера лучше всего его немедленно отцепить. В воздухе планер должен держаться выше или уступом в сторону от буксирующего самолета, чтобы таким образом иметь возможность гасить напряжения путем отдачи ручки или сворачивания в кильватер.

Весьма полезно монтировать на самолете зеркало, чтобы видеть идущего позади. При очень бурной погоде и самолет и планер могут лететь в совершенно различных воздушных течениях, но в общем пилот планера может поддерживать натяжение троса достаточно постоянным. Рекомендуется включать в трос динамометр с удобочитаемой шкалой.

Отцепление

Планер должен, как правило, отцепляться первым; исключение допустимо лишь в крайних случаях. Пилот самолета замечает отцепление планера по легкому толчку вперед и должен немедленно круто планировать. Однако мы предостерегаем от очень крутых спиралей, так как при этом легко зацепить винтом свой же буксирный трос. Пилот самолета сбрасывает трос на высоте не ниже 300 м.

Часто наблюдалось, что тросы так низко спускались над землей, что задевали за местные предметы.

Отцепление необходимо производить плавно с переводом планера на нормальный угол планирования. В противном случае планер может потерять скорость и перейти в штопор. Особое внимание надо обратить на случай, когда трос остается на планере (т. е. первым отцепляется самолет). В этом случае внезапно сброшенный трос устраняет перегрузку носа планера, и это может привести к потере скорости, если во-время не перевести планер на новый угол планирования.

При обучении ученики должны научиться держать нормальную скорость планирования в свободном полете, и только после этого их можно буксировать на значительные высоты. При обучении очень важно производить многократные упражнения в отцеплении троса как на самолете, так и на планере.

Движение расцепления необходимо производить по несколько раз даже в том случае, когда слышен характерный звук отцепления. Этим гарантируется действительное отцепление троса. После отцепления необходимо некоторое время выдержать тот же курс и не переходить к виражу до тех пор, пока не будет полной уверенности в отцеплении.

Эти указания одинаково действительны и для других видов тросового старта.

Перед стартом необходимо испытать буксирное устройство на свободное сбрасывание троса, висящего книзу под углом в 80° , как это бывает после отцепления планера. Легко устроить и приспособление для сматывания троса внутрь самолета помощью ветрянки или ручной лебедки. На случай остановки мотора на взлете должна быть обеспечена возможность моментального отцепления троса.

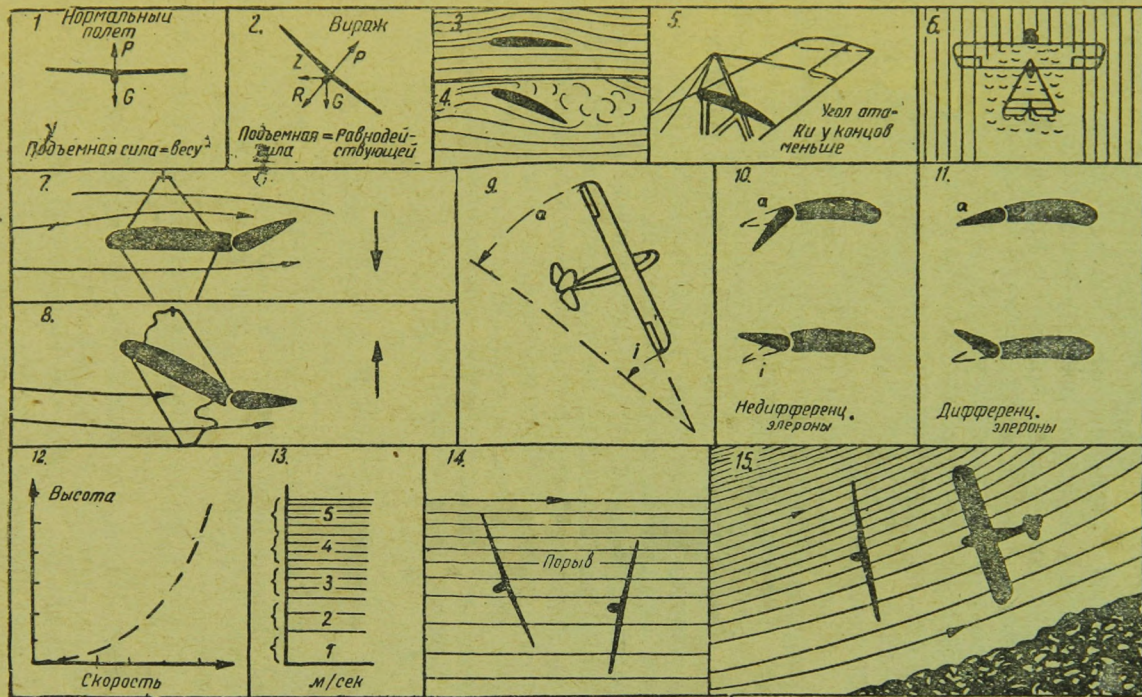
ТЕХНИКА ВИРАЖА

Скорость и потеря высоты

На фиг. 45, 1 и 2 показаны силы, действующие на планер при вираже. Подъемная сила планера должна быть равна равнодействующей силы веса и центробежной силы. Равнодействующая больше веса даже при самом малом крене. Правильный вираж без крена невозможен, так как тогда нечем будет уравновесить центробежную силу. Таким образом, для совершения виража необходимо увеличение подъемной силы.

Всегда возникает вопрос: связано ли выполнение виража с потерей высоты? — Потеря высоты будет иметь место в том случае, если до виража машина летела с недостаточной скоростью и не успела накопить необходимый для виража избыток сил. В нормальном прямом полете на парящей машине не летят с большей, чем это требуется, скоростью; при этом подъемная сила равна весу планера. Сила, противоположная подъемной силе планера, при вираже складывается из веса машины и из центробежной силы, а следовательно, для ее уравновешивания, как было указано, подъемная сила должна увеличиться. Этого увеличения можно достигнуть путем повышения скорости полета. Если некоторый избыток скорости имелся уже раньше, то необходимо машину при вираже несколько подтянуть. При этом она будет лететь с большим углом атаки и будет терять скорость до некоторого предела, с наступлением которого необходимо или закончить вираж, или снова прибавить скорости, отдав ручку от себя.

Самое трудное при вираже — это действовать рулями вовремя и в должной мере; кроме того, нужно не забывать, когда вираж закончен, опять подтягивать машину. Правильных, красивых виражей можно достигнуть путем постоянной тренировки; есть люди с врожденными летными способностями, которым полет дается без особых усилий. Большинство же людей должно приобретать ощущение движения в пространстве путем обучения. К счастью, это не так трудно.



Фиг. 45. Техника виража.

Плоский и крутой виражи

Весьма распространено мнение, что плоский вираж — «та-релка» — менее опасен и более «выгоден», нежели вираж с соответствующим ему креном. Это в корне неверно. Надо считать правилом, что задувание ветра в полете должно всегда ощущаться спереди. Если во время виража будет задувать сбоку, то вираж совершается неправильно. Никогда нельзя делать вираж «по земле». Если имеется небольшой встречный ветер, то картина виража искажается, и наблюдателю с земли будет казаться, что вираж совершается неправильно. Но если бы наблюдатель передвигался в воздухе вместе с воздушным течением и тогда наблюдал вираж, то он казался бы ему вполне правильным.

В моторной авиации известен термин: «вираж с переменной рулей». Перемена действия рулей имеет место при кренах более 45° . При этом руль поворота, лежащий почти горизонтально, действует, как руль глубины, а руль глубины, приняв вертикальное положение, действует, как руль поворота. На планере нужно по возможности избегать таких виражей. Они очень опасны, так как случайный удар ветра под поднятое крыло может опрокинуть машину. В этом случае может помочь лишь немедленный перевод машины на нос. Крен при нормальном повороте не должен превышать 25° . Дальше уже идет крутой вираж с присущими ему опасностями. Пилот-паритель с высокой тренировкой должен, однако, овладеть и таким виражем. Он должен быть всегда готов к всевозможным случайностям и уметь с ними справляться.

Десять правил виража

Надо усвоить следующие десять правил виража:

1. Перед виражем прибавить скорость планера и переходить к нормальной скорости лишь по окончании виража.
2. Каждому виражу соответствует вполне определенный крен.
3. Каждый вираж начинается одновременным согласованным движением ручки и ноги.
4. Из виража нужно выходить обратным движением руля направления и элерона.
5. Крутые виражи опасны.
6. При порывистом ветре нужно поддерживать не-

сколько большую скорость, чем обычно. На новой и незнакомой машине вираж делают с избытком скорости.

7. Виражи нужно делать всегда от склона, а не к склону.

8. Если машина начинает скользить вследствие передирания (т. е. близка к штопору), то для выхода из положения надо начать вираж в сторону скольжения.

9. Порывистые грубые движения в управлении делают вираж угловатым, увеличивают сопротивление, а вместе с этим и потерю высоты.

10. Мастер не рождается готовым. Мастера делает тренировка и самоконтроль.

Перетянутый вираж

Большую подъемную силу можно получить путем перехода на больший угол атаки, если, конечно, имеется избыток скорости; если же увеличивать угол атаки без избытка скорости, то может наступить срыв обтекания крыльев, машина потеряет управляемость, начнет скользить на крыло и может сорваться в штопор. Передирание на вираже является одной из главнейших причин несчастных случаев в летном деле.

Существует все же очень действительное средство сохранить у перетянутой машины способность к управлению — это закрутка крыла, при которой угол атаки его (фиг. 45, 5) к концам уменьшается. Обтекание такого закрученного крыла хотя и срывается при полете на больших углах атаки по середине, но сохраняется еще нормальным на концах, на участках элеронов (фиг. 45, 6). Благодаря этому машина будет слушаться элеронов и не соскользнет на бок. Подобная закрутка достигается или соответствующей регулировкой растяжек у расчаленных планеров, или же отгибом вверх обоих элеронов (если в самой конструкции заранее не был предусмотрен изгиб концов нервюр элеронов кверху или различные углы заклинения крыла по размаху).

Закрутка крыла в полете

Если для входа в вираж слишком резко дается элерон (фиг. 45, 7) и если крыло расчалено недостаточно прочно, то под действием давления воздуха на элерон сверху крыло может перевернуться. В таком случае крыло не опустится книзу, как это желательно, а, наоборот, поднимется кверху, как указано на фиг. 45, 8. Пилот, к своему удивлению, по-

лучит совершенно обратное действие элерона. Лишнее говорить о том, что такого рода небрежность в регулировке планера жестоко мстит за себя. Описанное закручивание крыла может иметь место и в свободнонесущих планерах, если, например, носок крыла, воспринимающий кручение, недостаточно жесток.

Разность скоростей у крыльев

Если вираж выполняется на машине большого размаха, то путь, описываемый наружным крылом, будет значительно больше пути, проходимого внутренним крылом. Наружное крыло, таким образом, будет идти гораздо скорее и приобретет вследствие этого большую подъемную силу, чем внутреннее крыло (фиг. 45, 9); планер будет сам собой стремиться увеличить вираж. В этом случае необходимо дать обратный элерон. Учитывая это явление, можно в начале виража дать меньше элерона, чем это нормально было бы нужно; машину вводят легко в вираж и затем предоставляют ей самой его закончить. Само собой разумеется, что все это должно выполняться очень осторожно и с большим чутьем; здесь помогает только опыт.

Дифференциальные элероны

На фиг. 45, 10 показаны необходимые для начала виража движения элеронов на наружном и на внутреннем (по отношению к виражу) крыльях. При профилях с нормальной вогнутостью подгибание элерона у наружного крыла вызывает значительно большее сопротивление, чем поднимание его у внутреннего крыла. Между тем при вираже должно было бы быть как раз обратное — тормозиться внутреннее крыло. Часто поэтому применяется такая система управления элеронов, при которой элерон отклоняется полностью лишь кверху и очень незначительно книзу. Такого рода элероны называют дифференциальными (фиг. 45, 11).

Опрокидывание планера при вираже

Если при порывистом ветре выполнять крутой вираж, то, как показано на фиг. 45, 14, при попадании верхнего крыла в более быстрый поток ветра (условное обозначение силы ветра показано на фиг. 45, 13) машине грозит опасность быть перевернутой. Поэтому необходимо избегать крутых виражей

при порывистых воздушных течениях, в особенности вблизи земли.

Известно, что скорость ветра по большей части увеличивается вместе с высотой (см. диаграмму на фиг. 45, 12). Такое увеличение скорости в общем неопасно, так как оно происходит постепенно и на большом интервале. Совершенно иначе складываются условия при низком парении в восходящем потоке у склона. Здесь может случиться, что при крутом вираже на машине большого размаха нижнее крыло будет лежать в области медленного течения, в то время как верхнее крыло попадет в гораздо более быстрое течение. Это явление происходит особенно резко на склонах с густым лесом (фиг. 45, 15). Здесь необходима особая осторожность при крутых виражах. Вначале это явление дает себя чувствовать увеличением подъемной силы и ускорением вращения планера вокруг продольной оси, а в дальнейшем может привести к опрокидыванию планера.

В описанных условиях можно выразить почти без движений элерона, а лишь легким введением машины в кривую.

ОБТЕКАНИЕ СКЛОНА И ТЕХНИКА ПАРЕНИЯ В ПОТОКАХ ОБТЕКАНИЯ

Ветер

Движения воздуха, известные под названием «ветер» и «восходящий поток», являются для летчика основными факторами, которые необходимо принимать во внимание при любом полете. Из всех видов полета парение стоит в наиболее тесной связи с движениями воздуха.

Парение — это не что иное, как планирование в восходящем потоке воздуха. Парить может каждый уверенно летающий пилот-планерист, попадающий в область достаточно сильного восходящего потока. Искусство состоит в том, чтобы не выходить из этой области. Нередко случалось, что того или другого пилота-планериста помимо воли, совершенно случайно заносило ввысь, но, к большому его разочарованию, вскоре он опять оказывался внизу — на земле. Наиболее важная задача начинающего пилота-парителя — это сначала теоретически ознакомиться со всеми возможностями парящего полета. Пилот должен изучить, где именно могут встречаться восходящие воздушные течения и как их лучше использовать для полета. Требование, чтобы летчик моторного самолета одновременно был опытным парителем, так же верно и необходимо, как и то, что современный капитан парохода должен уметь управлять и парусным судном.

Основная причина движения воздуха — это разница в температуре соседних воздушных масс, которая, естественно, приводит к разнице в давлениях; следствием разницы в давлениях и является то, что воздух приводится в движение и перетекает из областей с высоким давлением в область более низкого давления.

Различные температуры воздуха возникают вследствие неравномерного нагревания солнцем поверхности. Находящийся под нагретым местом воздух в свою очередь нагревается и расширяется. Эта воздушная масса будет стремиться под-

няться кверху, вследствие чего в расположенном над ней слое воздуха с нормальной температурой давление будет повышаться.

Если, наоборот, более влажная часть почвы будет охлаждаться, то возникнет обратный процесс.

Так как создающаяся разница давлений нарушает равновесие атмосферы, то воздух, стремясь восстановить это равновесие, будет оттекать от нагретой зоны в зону более холодную. Создается непрерывное круговое течение, в котором вверху воздух будет оттекать в стороны от области с более высокой температурой, а внизу, у поверхности земли, — притекать к ней. Такого рода течение в наибольшем масштабе происходит между экваториальными и холодными зонами, а также между сушей и океаном.

Восходящий поток обтекания склона

Восходящий поток у склона, — первая, можно сказать, самая примитивная форма восходящего воздушного течения, — образуется при наличии ветра, дующего по направлению к склону горы. Сила восходящего потока зависит от различных факторов: от характера подъема склона, от силы ветра, от поперечной ширины массива и от местности, лежащей впереди склона.

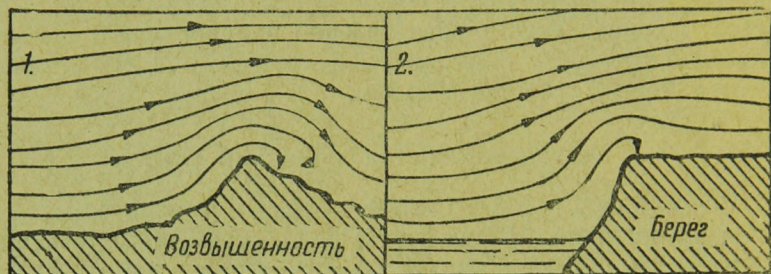
При определении свойства склона для парения особенно важную роль играет местность впереди него. Если обдуваемая впереди лежащая равнина пересечена горами, то никогда на склоне не может развиваться ровное восходящее воздушное течение. Встречаются, однако, местности с расположенной впереди склона горной цепью, которая действует подобно направляющему диффузору, увеличивая скорость ветра и тем улучшая на склоне восходящий поток. Такое же повышение скорости потока часто наблюдается на самом склоне, в его складках.

Пилоту-парителю и инструктору недостаточно, однако, знать, что на таком-то склоне возникает восходящий поток, если ветер дует перпендикулярно к склону. Существует масса других возможностей, которые изумляют даже опытных пилотов-парителей. Ряд таких «особых случаев» восходящего потока может быть экспериментально представлен в гидроканале. Подробные опыты были произведены в Германии. Ширина использованного для опытов канала равнялась 210 мм, длина — 1200 мм, глубина — около 90 мм; высота модели склона была в среднем 50—100 мм, скорость течения — около

200 мм/сек. Нереальные крутизны склона и скорости течения были взяты преднамеренно для получения более наглядной картины обтекания. Для того чтобы сделать течение видимым, водная поверхность посыпалась порошком алюминия. Все модели обтекались слева направо.

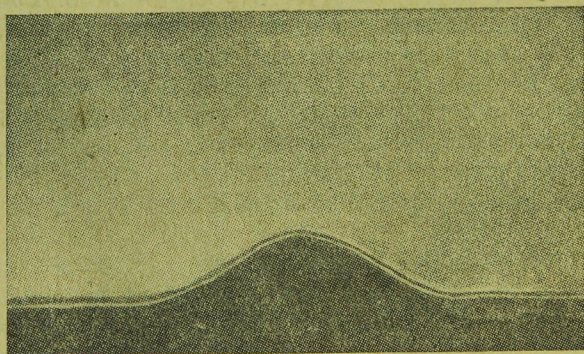
Нормальный склон

На фиг. 46 ясно видно распределение течения по склону. Воздушное течение над склоном ускоряется, хотя в природе



Фиг. 46. Распределение струй воздуха при обтекании склона.

это происходит не очень значительно. Особый интерес представляет подветренная сторона склона (фиг. 46, 1) — здесь об-



Фиг. 47. Спектр обтекания нормального склона.

разуется нисходящий завихренный поток. Исследования Рен-Розиттенского института помощью шаров-пилотов дали совершенно тождественные результаты. Вполне ясно, что вихре-

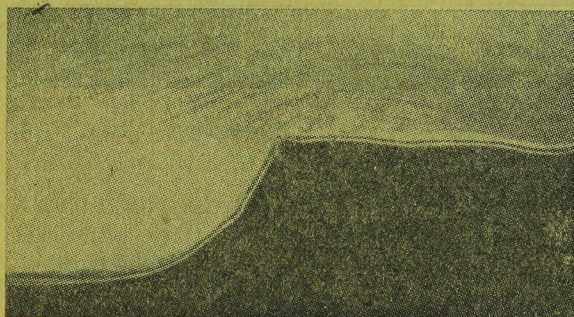
вая подветренная сторона склона может быть чрезвычайно опасной не только для планера, но и для моторного самолета. Так, однажды двадцатисильный «Клемм» (легкий самолет) пытался лететь при южном ветре через подветренную сторону Вассеркуше. Это оказалось невозможным: машина на полном газе быстро теряла высоту. Пришлось лететь обходным путем с наветренной стороны.

Далее интересно отметить наличие восходящего потока выше гребня горы, что было подтверждено и в Геттингенской лаборатории; в Рене часто можно наблюдать парение в восходящем потоке над вершиной горы и несколько позади ее. Обычно воздушный поток отклоняется препятствием на высоту, приблизительно равную высоте самого препятствия.

Например струи обтекания горы, поднимающейся на 500 м над равниной, становятся горизонтальными, приблизительно, лишь на высоте 1000 м (фиг. 47).

Крутой склон и обрыв

Течение воздуха у подножия крутого склона (фиг. 48) примерно такое же, как и у нормального. Совершенно другой

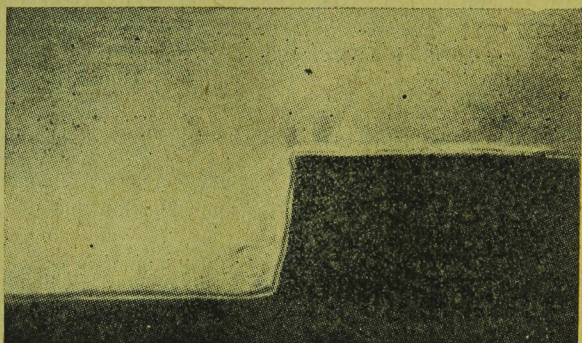


Фиг. 48. Спектр обтекания крутого склона.

характер здесь течение имеет на гребне склона и позади него. Мы видим образование на вершине вихря правого вращения. Стартуя с такого склона, планер в нижней части вихря оказался бы летящим с попутным ветром, затем прошел бы через небольшое штилевое пространство, после которого внезапно очутился бы в области полного восходящего потока. В данном случае может применяться только катапультный старт; такой старт представляет серьезную опасность вслед-

ствие наличия зон с различными скоростями и направлениями воздушных течений. Необходимая для взлета начальная скорость должна быть вдвое больше нормальной, так как ветер не встречный, а попутный. Справедливость изложенного подтверждается многочисленными авариями на крутых склонах, когда машины, не получив нужной начальной скорости, срывалась вниз с горы.

Зимой при снеге и большой скорости ветра хлопья снега делают картину воздушного течения весьма наглядной. Нависание облаков на таких обрывистых возвышенностях является известным фактором, оказавшимся роковым для многих самолетов. Наконец, резкое изменение скоростей вертикального потока очень опасно, так как машина в этом случае



Фиг. 49. Спектр обтекания обрыва.

будет подвергаться обтеканию потоком различных скоростей в разных своих частях: случалось, что аппарат опрокидывался на хвост, когда крыло его попадало в сильный восходящий поток, а оперение оставалось еще в полосе штиля. Если стартовать вдоль ребра склона, то машина может перевернуться через крыло, если одно крыло попадает в сильный восходящий поток, а другое — в штилевую зону ¹.

Все, что было сказано по поводу крутого склона, в равной мере относится и к обрыву (фиг. 49 и 46, 2). У подножия обрыва склон образует с местностью излом, форме которого воздушное течение не может следовать; возникает вихрь больших размеров правого вращения. Для парителя важно избежать

¹ По этой причине на III Всесоюзном слете разбился планер „Одна ночь“, стартовавший с южного склона.

этот вихрь, образующий нисходящий вертикальный поток там, где можно было бы рассчитывать встретить восходящий поток.

Старт с крутого склона и обрыва

Только очень опытному пилоту можно разрешить стартовать с очень крутого или обрывистого склона. При старте необходимо иметь избыток энергии амортизатора и войти в восходящий поток на большой скорости.

Но как только достигнута область восходящего потока, то уже не будет никакой разницы в парении по сравнению с нормальным склоном.

Стартовать в завихренном, на гребне склона, потоке приходится с большим разбегом. При этом надо сильно отдавать от себя ручку, если крыло, попадающее в область восходящего потока, будет стремиться «вздыбить» машину. Старт на амортизаторе с нормальной пробежкой на подобного рода крутом скате редко бывает возможным, так как ни одна стартовая команда не станет бежать к самому краю крутого обрыва. Непроизвольно она останавливается слишком рано, в результате чего может быть неудавшийся старт с тяжелым несчастным случаем.

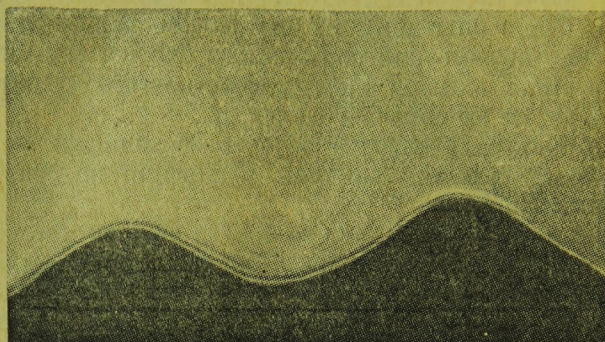
Начинающих необходимо предостеречь от подобного рода стартов на крутых склонах, в особенности при сильных ветрах. Но и к более опытному пилоту этот вид старта предъявляет наивысшие требования. Для укорочения разбега старт надо выполнить «броском»; это обеспечивается тем, что машина удерживается на месте и каждый конец амортизатора натягивается порознь и заякоривается. Лишь после этого пилот садится в планер и стартует. Путем подобного катапультного старта достигается рывком весьма большая начальная скорость, вследствие чего легко может возникнуть короткое обморочное состояние. Несчастный случай почти неизбежен, если в планере сидит пилот, не владеющий стартом почти автоматически.

Все сказанное нами в равной мере относится к крутому обрыву, расположенному как на равнине, так и на берегу моря.

Затененный склон и русло

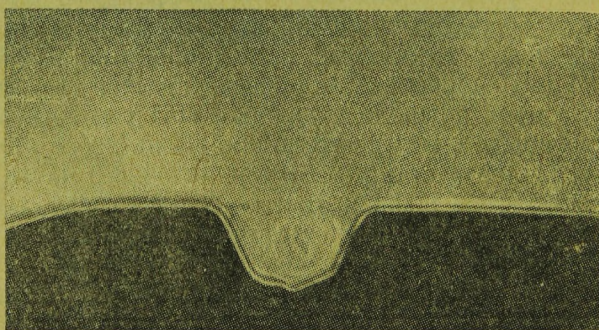
Не следует недооценивать влияния, оказываемого местностью, лежащей впереди склона, на направление, силу и структуру воздушного течения, обтекающего главный склон. Если

впереди главного склона (фиг. 50) имеется несколько меньший склон, то за последним при известных обстоятельствах возникает вихрь, который, с одной стороны, образует воздушную подушку для вышележащего слоя воздуха и препятствует



Фиг. 50. Затененный склон.

последнему правильно обтекать главный склон, а с другой стороны, делает полет у склона крайне тяжелым и утомительным.



Фиг. 51. Завихрение в узком русле реки.

Начинающие ученики часто пытаются парить на наветренной стороне узкого русла реки (фиг. 51), рассчитывая встретить область восходящего потока.

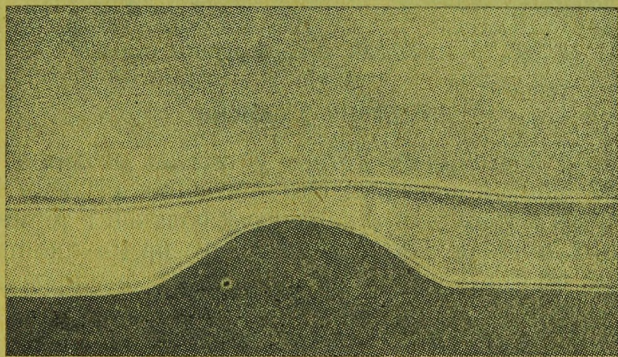
Здесь налицо те же самые условия, что и в предыдущем случае — течение проходит совершенно ровно над выемкой местности и образует в долине более или менее сильный

вихрь правого вращения. Этот вихрь создает на наветренной стороне вместо восходящего потока нисходящий поток, а на противоположной стороне русла — восходящий поток. Лишь у верхнего края обнаруживается небольшое вертикальное течение.

Этот вихрь может быть опасен не только для пилота-парителя, но и для летчика на самолете. С другой стороны, спектр показывает, что перелет таких долин не связан со значительной болтанкой, если имеется некоторая высота. Условия в этом отношении менее благоприятны в неглубокой долине. В ней образуется подветренный вихрь, частично поднимающийся и на наветренную сторону.

Инверсия над склоном и ниже его

Бывают дни, когда над хорошим склоном не наблюдается никакого восходящего потока, несмотря на сильный ветер. Планеры взлетают на несколько метров и не идут выше. В таком случае можно безошибочно сказать, что над склоном имеется налицо инверсия. Инверсия — это температурный скачок в свободной атмосфере, излом температурной кривой.



Фиг. 52. Инверсия над склоном.

Подобная инверсия является воздушным слоем другого строения, лежащим на довольно постоянной высоте, подобно эластичной пластинке (фиг. 52).

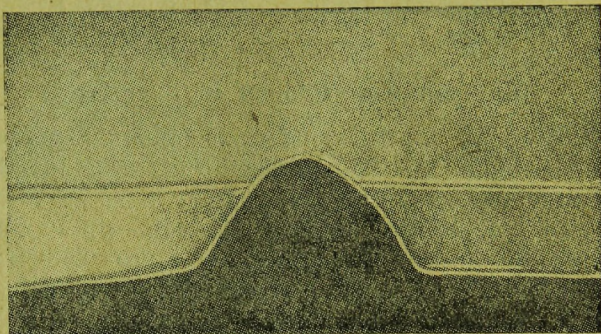
Какие-либо вертикальные течения с трудом пробиваются сквозь такой слой воздуха. Если этот слой лежит близко над склоном парения, то он хотя и значительно ускоряет течение воздуха благодаря диффузорному действию, но все же на-

правляет течение по прямой линии; вертикальная слагающая остается ничтожной. Инверсия почти всегда служит границей подъема и для восходящих термических токов.

Инверсия может лежать и ниже вершины (фиг. 53).

Условия для восходящих потоков в этом случае тоже невыгодны.

Пригодной для полетов остается лишь та небольшая часть горы, которая выделяется над линией инверсии. Возникающий здесь восходящий поток ничтожен и соответствует восходящему потоку маленького склона.



Фиг. 53. Инверсия ниже вершины склона.

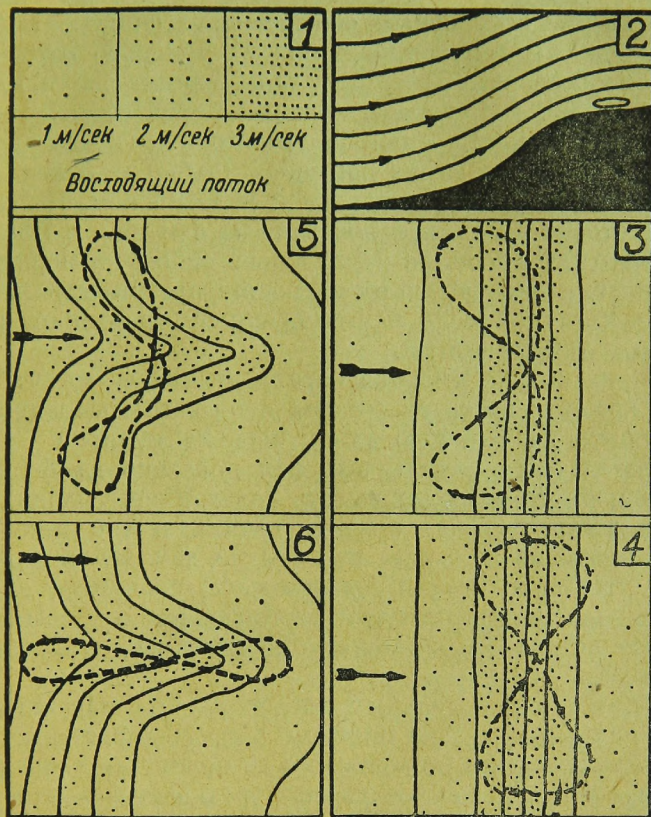
Парение у склона

Парение в восходящем потоке у склона является вообще первичной формой парения. Это — учебная ступень всякого начинающего и трамплин к парению у облаков в термических восходящих потоках. Лишь в последнее время пилоты освобождаются от этого трамплина, заставляя буксировать себя самолетами в область термического восходящего потока.

После многочисленных полетов склон обычно бывает все-сторонне исследован, но все же даже хорошо известный склон дает подчас много неожиданностей, требующих быстрых решений и полного владения машиной.

Для каждого направления ветра существует рубеж, до которого можно летать. Этот рубеж можно точно уловить лишь на планере, так как на карте или со старта местность имеет совершенно другой вид. Начинаящий обычно уходит слишком далеко от склона; да и, в самом деле, подчас не особенно приятно летать в 20 м от деревьев и скал, особенно при порывистом ветре.

Опытные пилоты начинают вираж, используя еще энергию амортизатора¹. Первое правило для виража у склона ниже стартовой высоты или при незначительном превышении края склона — это никогда не виражить к склону, а всегда от



Фиг. 54. Парение у склона: 1 — условное обозначение скоростей восходящего потока; 2 — нормальное обтекание склона; 3 и 4 — парение у склона; 5 и 6 — использование оврага.

него. При несоблюдении этого правила порыв ветра может легко прижать к склону обычно перетянутую машину². Второе правило — всегда лететь против ветра в области сильного восходящего потока, чтобы пользоваться им возможно дольше.

¹ Это мы не рекомендуем.

² При вираже в сторону склона был к нему прижат и погиб советский легчик-планерист Рутзигт.

Наоборот, не следует слишком долго задерживаться в областях плохого восходящего потока.

На фиг. 54, 2 изображен склон в разрезе. Из рисунка видно, что восходящий поток должен быть сильнее всего приблизительно у края склона. Фиг. 54, 3 и 54, 4 дают вид этого склона сверху с условным обозначением силы восходящего потока. Фиг. 54, 1 показывает способ, помощью которого наглядно изображена на чертеже сила вертикального течения; чем теснее друг к другу расположены точки, тем сильнее восходящий поток. Парение по траектории, показанной на фиг. 54, 3, выгодно до тех пор, пока планер не поднялся над склоном; когда удалось подняться над склоном, то надо несколько отойти назад, как показано на фиг. 54, 4. Иногда гораздо выгоднее летать не параллельно склону, а перпендикулярно к нему, так как во время полета против ветра выигрывается в высоте больше, чем во время быстрого прохождения зоны восходящего потока.

Если на склоне имеются овраги, перегибы, отроги («сопла»), в которых поток ускоряется и область восходящего потока тянется на большую длину перпендикулярно к склону, то рекомендуется летать так, как показано на фиг. 54, 6 (если только это позволит высота над гребнем склона).

Когда достигнута над стартом высота в 100 или 200 м, можно летать по желанию, как угодно, так как в это время планер уже находится в верхнем слое; последний является слоем равномерного, относительно свободного от порывов, восходящего потока. Здесь можно, не опасаясь, «выжать» все из машины.

Хорошим вспомогательным средством при парении вдоль склона являются хорошо видимые с высоты флажки или конуса, установленные по возможности во многих точках склона. На границах поворотов хорошо установить небольшие, но сильно дымящие огни.

Посадка

Пилот должен быть еще до старта вполне осведомлен о возможных местах для посадки. Всякого рода импровизации в этом вопросе ведут к полумкам и неприятным неожиданностям. При выборе места для посадки надо прежде всего обратить внимание на удобство подлета к месту посадки и на длину посадочной площадки для того, чтобы возможный небольшой просчет в расстоянии не грозил опасностью. Направление ветра (встречный или боковой) не играет большой

роли. Дело в том, что если пилот принужден сесть, то это уже означает, что ветер слаб; кроме того, посадка обычно производится в долине, т. е. в месте с сильно замедленным воздушным течением.

Типично, что, как только пилот снизится, он без оснований начинает жать машину. Правда, на планере-парителе непосредственно перед посадкой необходимо слетка отпустить ручку, но это должно быть выполнено чрезвычайно мягко.

При всех решительно обстоятельствах необходимо избегать посадок на наветренной стороне склона. Наветренная сторона большей частью слишком крута, чтобы можно было совершить посадку, перпендикулярную склону; посадка же с боковым ветром невозможна вследствие большого размаха крыльев.

Иначе обстоит дело при посадке на уровне старта. Здесь надо производить посадку по возможности против ветра. Если склон приблизительно на половине своей высоты имеет пологий уступ, то необходимо совершать посадку на него с боковым ветром, т. е. разворачиваться непосредственно к склону. При этом крайне необходимо сильно отпустить ручку, особенно если уступ несколько поднимается кверху. Это делается для того, чтобы быть более маневроспособным и для парирования возможных попутных порывов ветра. При такого рода посадках велика опасность передирания планера и проваливания на склон, особенно у начинающих.

При посадках на высоте старта можно воспользоваться нисходящим вертикальным потоком, чтобы скорее потерять высоту. Для этого осторожно летят к подветренной стороне горы, будучи все время наготове покинуть это воздушное течение, обычно столь нелюбимое пилотом-парителем.

Этот маневр очень опасен. На X слете планеристов т. Зайцев пошел на посадку на край южного склона. При северном ветре он был брошен вниз нисходящим потоком и разбился. При таких же маневрах ломали машины и другие пилоты. При этом наблюдалась потеря скорости.

ТЕРМИЧЕСКОЕ ПАРЕНИЕ

Термические восходящие потоки, создаваемые поверхностью земли

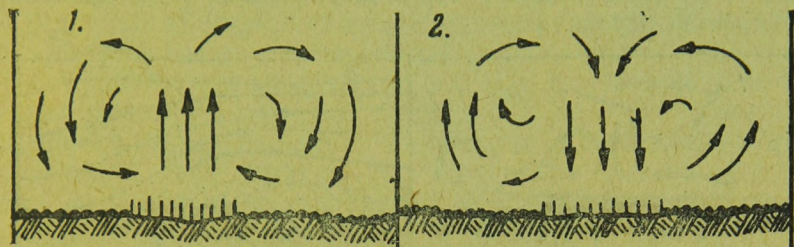
В начальном периоде безмоторного летания для парения использовали восходящие потоки у склонов и лишь постепенно поняли большое значение «термического» восходящего потока. Термическое восходящее воздушное течение возникает вследствие неравномерного нагревания воздуха у земли, причем, как известно, более нагретый теплый воздух поднимается вверх. Такое явление будет иметь место над хлебными полями, обогреваемыми солнцем (фиг. 55, 1). Вспаханная земля, лежащая вправо и влево от хлебного поля, наоборот, поглощает своими свежевспаханнами бороздами всю получаемую ею теплоту и оставляет воздух над собой холодным. Этот холодный и плотный воздух устремляется к нагреваемым солнцем пространствам, над которыми воздух более разрежен. Таким образом над хлебным полем возникает сильный термический восходящий поток. Вода, торф, болото, лес, поглощая в течение дня тепло, не создают восходящего потока, в то время как степь, хлебное поле, сухие луга и скалы по большей части дают в солнечный день восходящий поток. Сила такого восходящего потока может часто значительно превосходить силу нормального восходящего потока у склона.

Термический восходящий поток (термик) возникает, таким образом, вследствие нагрева воздуха тепловыми лучами, отраженными от поверхности земли. Когда солнце перестает светить и греть, воздушное течение начинает меняться и, большей частью, становится совершенно обратным прежнему направлению (фиг. 55, 2). Пашня начинает теперь отдавать тепло, воздух нагревается и подымается кверху; хлебное же поле остывает и дает нисходящий поток. В зимний, термически более устойчивый период все эти явления не выступают так резко; зато лето дает в этом отношении очень много неожиданностей.

Время между 17 и 19 час., когда начинается обратное

движение воздуха, всегда крайне неопределенно. Пилоты опасаются этих часов при полетах на дальность. Самое благоприятное время для смешанного перелета, т. е. с использованием термиков и восходящих потоков у склонов, — около полудня.

Ниже в таблице приведены приблизительные скорости восходящих потоков (вертикальные скорости). Само собой



Фиг. 55. Термические потоки у поверхности земли: 1 — термик в полдень, 2 — термик вечером.

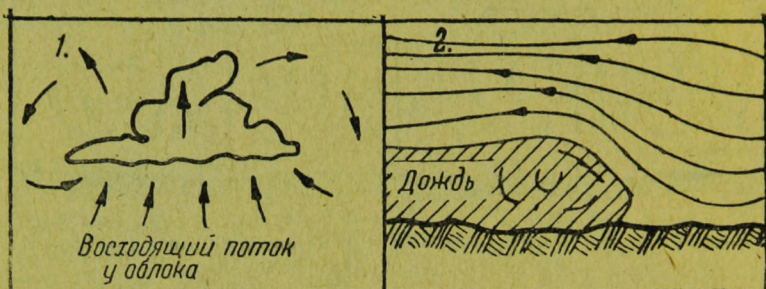
понятно, что указываемые величины могут варьироваться в больших пределах.

Характер восходящего потока	Вертикальная скорость м/сек
Легкий восходящий поток у склона или легкий термический поток над ровной местностью .	0,5—1
Сильный восходящий поток у склона или такой же термический поток над ровной местностью	1—3
Очень сильный восходящий поток у склона	4
Сильный восходящий поток под облаком и в самом облаке . . .	4—6
Фронтальной восходящий поток .	до 15

Восходящий поток у облака

Важнейший вид термического вертикального течения — это восходящий поток под облаками (фиг. 56, 1). Несколько лет тому назад о таких восходящих потоках почти ничего не знали. В настоящее время методом парения под облаками вла-

деет всякий более или менее опытный пилот-паритель. Первый подъем планера под облака, как на лифте, независимо от склона — лучшее ощущение планериста-парителя. Скорости восходящих потоков у облаков почти всегда больше скоростей хороших восходящих потоков у склона и равняются скоростям быстрых лифтов. Не всякое облако, разумеется, дает восходящий поток. Наилучшими являются строго очерченные кучевые облака с ясно выраженной горизонтальной плоскостью основания.



Фиг. 56. Термические потоки у облаков: 1 — восходящий термик у облака; 2 — фронтальный восходящий поток.

Восходящие потоки у облаков играют в современном парении особенно большую роль, так как они обеспечивают очень высокие и дальние полеты. Под большими кучевыми облаками планер может пролетать большие расстояния над равнинными местами и даже летать над подветренными сторонами хребтов без потери высоты. В особенно удачные для парения дни образуются целые цепи кучевых облаков, вдоль которых оказывается возможным летать. Каждое кучевое облако указывает на наличие теплового рукава (нагретого столба воздуха). Тепловые рукава встречаются над возвышенностями, населенными местами и над свободными полями.

Фронтальный поток

Последним изучен и освоен для парения фронтальный восходящий поток. Он возникает от термических восходящих потоков и потоков обтекания (фиг. 56, 2). Наступающий дождевой или грозовой фронт, вклиниваясь в воздушную среду, отодвигает кверху более теплый воздух, который обтекает холодные массы подобно обтеканию склона. Таким путем перед фронтом дождевых или грозовых облаков образуется об-

ласть сильнейшего восходящего потока. В нем наблюдаются вертикальные течения силой больше 10 м/сек.

В таком фронтовом восходящем потоке возможны дальние перелеты.

Уровень конденсации; освобождение

Остановимся более подробно на метеорологической основе возникновения термических восходящих потоков. Нормально температура воздуха уменьшается на один градус при увеличении высоты на каждые 100 м. Если понижение температуры в силу каких-либо причин больше, чем 1° на 100 м (градиент больше единицы), мы говорим о неустойчивом расположении слоев воздуха. Это значит, что слои воздуха так располагаются один над другим, что достаточно небольшого толчка (освобождения), чтобы привести в движение значительные воздушные массы. Если неустойчиво расслоенный воздух содержит много влаги, то условия для пилота-парителя становятся особенно благоприятными, так как сырой воздух, поднявшийся вверх, на определенной высоте на уровне конденсации отдает влагу в виде мельчайших капель (конденсируется). Та теплота, которая раньше нужна была на земле для испарения (поглощения воды), теперь освобождается при конденсации (конденсационная теплота); благодаря этой свободной теплоте воздух становится теплее и будет продолжать подниматься еще выше. Тончайшие капельки водяного пара становятся теперь видимыми глазу, образуя облако.

Итак, если мы где-либо видим образующееся облако, то можем наверняка рассчитывать встретить под ним и в нем восходящий поток.

На основании сказанного нужно различать два этапа в движении воздуха кверху: первичный толчок, или освобождение, и в большинстве случаев значительно более сильный толчок — вследствие конденсации.

Что может вывести из состояния покоя неподвижно лежащий слой воздуха или, выражаясь правильнее, какие существуют виды освобождения, которые могут заставить влажно-неустойчивый воздух прорываться кверху?

Орографическое освобождение (помощью восходящего потока у препятствия)

Ветры, дающие возможность летчику парить вдоль склонов, интересны еще тем, что ими часто вызываются термичес-

кие восходящие потоки. Воздух наталкивается на препятствие и течет по нему кверху (восходящий поток обтекания).

Если воздух содержит влагу, то на уровне конденсации образуется облако, которое постоянно возобновляется, так как приток воздуха в большинстве случаев совершается довольно равномерно. Таким путем образуется в горах так называемое вершинное облако. При соответствующем ветре, температуре и влажности горные цепи, тянущиеся на большом расстоянии, покрываются лентой облаков. Точно так же берег моря и острова часто отмечаются образующимися над ними кучевыми облаками. Для образования восходящего потока достаточно подчас опушки леса или фасада ряда домов, чтобы заставить подняться влажно-неустойчивый воздух вверх.

Турбулентное освобождение (помощью воздушного вихря)

Завихренность воздуха вследствие каких-либо причин также может дать толчок к его подъему. Надо всегда иметь в виду, что малейшего толчка достаточно, чтобы нарушить неустойчивое состояние.

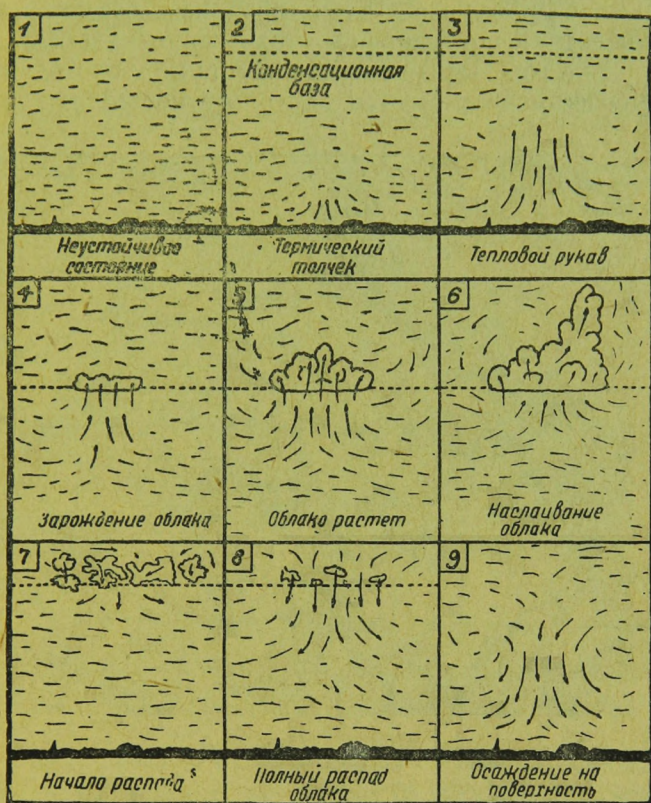
Термическое освобождение (вследствие различного нагрева поверхности)

Солнечное тепло различно воспринимается поверхностью земли. Как было уже сказано, яркое хлебное поле, город, песчаное пространство отражают больше тепла в лежащий над ними воздух, чем темная пашня, водное или болотистое пространство. Таким образом при соответствующей погоде возникают бесчисленные очаги восходящих потоков. Эти потоки усиливаются быстро образующимися кучевыми облаками. Облака не образуются лишь в том случае, если, например, содержание влаги в воздухе ничтожно, т. е. если речь идет о сухо-неустойчивом воздухе или же если неустойчивости нехватает для поднятия воздушных масс до базы конденсации; но «неувенчанные» восходящие потоки также могут быть использованы в летном деле. Ход образования облака хорошо иллюстрируется фиг. 57.

Фронтальное освобождение (вследствие вторжения холодного воздуха)

Холодный полярный воздух, фронтально проталкиваемый вперед (фронт вторжения области низкого давления), продвигается под лежащий впереди него более теплый воздух,

отчего образуется восходящий поток. Так образуется грозовой фронт. Гонимый вверх воздух конденсируется, и образуются быстро растущие вверх нагромождения грозовых облаков.



Фиг. 57. Образование и распад кучевого облака.

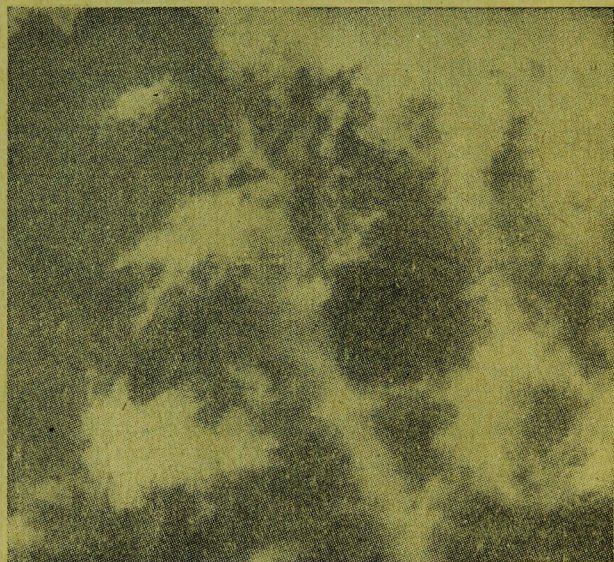
Вдоль такого фронта облаков можно лететь так же, как вдоль длинной горной цепи.

Кронфельд во время одного из своих полетов по грозовому фронту наблюдал, как в более теплой воздушной массе летали увлеченные кверху сотни бабочек.

Нисходящий поток

До сих пор речь шла о термических восходящих потоках. Не менее важно знать и о термических нисходящих потоках.

Существование облака заканчивается его распадом, сопровождаемым сильным нисходящим потоком (фиг. 58). Когда энергия конденсационной теплоты истощена, тогда нагроможденное облачное образование начинает проваливаться. При своем опускании облако увлекает за собой весь соседний воздух. Когда последний попадает под конденсационную базу, облако окснчательно рассасывается. Для пилота этот нисходящий поток наиболее неприятен, так как он не может быть своевре-



Фиг. 58. Распад кучевого облака.

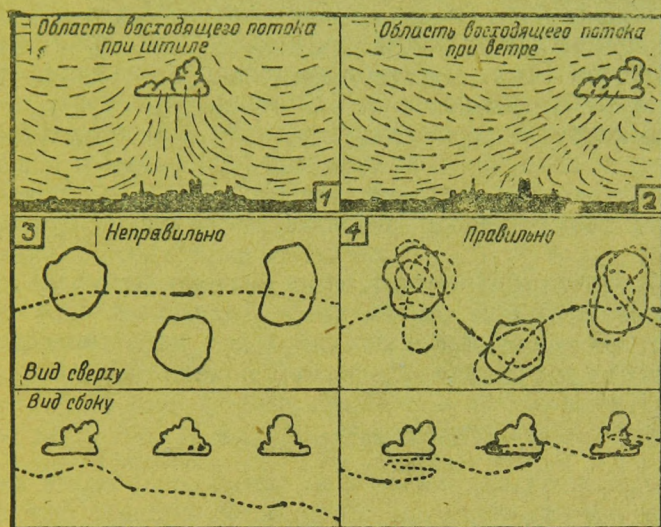
менно замечен. Если пилот-паритель очутился в таком нисходящем потоке, то в большинстве случаев он бывает вынужден сделать посадку.

Образование и распад облака

Изображенные на фиг. 57 образование и распад облака показывают нам, насколько важно пилоту иметь ясное представление о различных стадиях состояния облака. Облака между стадиями 6 и 7 (фиг. 57) очень опасны.

Трудно определить, растет ли еще облако или уже начинает распадаться. У облаков, возникших вследствие орографического освобождения (препятствия местности), место возникно-

вения является постоянным. Точно так же постоянно место их распада в подветренной стороне гор. При термическом освобождении область восходящего потока передвигается вместе с ветром (фиг. 59). Для термического освобождения существует известная периодичность; если, например, воздушная масса освобождается над горячей песчаной местностью, то



Фиг. 59. Строение области восходящего потока. Техника использования облака.

можно ждать, что это освобождение повторится в течение определенного промежутка времени. Эти промежутки равняются приблизительно получасу.

Парение у облака

Каждый пилот, который хочет парить под облаками, должен знать, что там часто бывают сильные порывы ветра. Вот почему надо чувствовать себя в машине абсолютно уверенным, прежде чем предпринять такое парение. Обычно, паря в восходящем потоке склона, пытаются попасть в тепловой рукав большого кучевого облака, чтобы таким образом достигнуть его основания.

Задача пилота — направить свой полет к таким облакам, которые находятся в стадии образования. На фиг. 59, 3 и

59, 4 показаны правильное и неправильное использование пилотом облаков. Правильное использование облака состоит в кружении под ним и в том, чтобы дать облаку нести вместе с собой планер. Такая техника полета была дана Кронфельдом, Хиртом и Гренхофом.

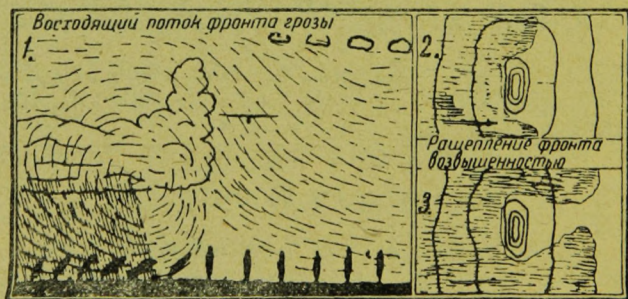
Когда замечено движение планера вверх, то надо наудачу начать вираж. Если летчик после первого круга констатирует, что, повидимому, потерял область восходящего потока, то ему рекомендуется пересечь траекторию подлета к облаку. Для распознавания даже незначительных движений вверх или вниз необходим хороший высотомер или вариометр.

Для выполнения термических дальних перелетов начинают парение у склона, пока не достигнут ближайшего облака и, таким образом, необходимой «операционной высоты» (или же берут высоту около 500—600 м помощью буксирного старта).

Термические воздушные течения обычно наблюдаются на равнине в более ярко выраженном виде, нежели на пересеченной местности, так как воздух там не перемешивается динамически вследствие неровностей местности.

Полет вдоль фронта

В грозовых облаках восходящий поток очень силен, но вместе с тем и очень порывист. Лишь особо опытные пилоты могут выполнять полеты в грозовых облаках, и то с большой



Фиг. 60. Схема грозового фронта и его расщепления.

осторожностью. Планер должен быть оборудован хорошими приборами, так как нужно считаться с возможностью быть втянутым в облако и лететь вслепую. На фиг. 60 показана схема грозового фронта. Справа сверху видны появляющиеся

за несколько часов небольшие шарообразные, нагроможденные вверх кучевые облака. Почти всегда с появлением фронта связана резкая перемена ветра не только по силе, но и по направлению. Юго-западный ветер, например, при продвижении фронта резко переходит в северо-западный. Непосредственно перед сменой ветра на мгновение наступает штиль, но вслед за тем шквал становится еще сильнее. Эта резкая перемена ветра создает летчику большие трудности в достижении фронта со склона, так как аппарат весьма часто подымается кверху, в то время как голова фронта, образующая собственно область восходящего потока, уже прошла рубеж склона. Дальнейшую трудность представляет возможное расщепление фронта горами. Отсюда задача — возможно скорее достичь головы фронта, так как при слишком долгом пребывании у склона грозит опасность попасть в град или в нисходящий поток «грозового вала».

Гораздо проще для полета у грозового фронта прибегать к буксировке самолетом. Задача пилота тогда будет состоять лишь в том, чтобы лететь вдоль фронта почти так же, как вдоль склона, и вместе с фронтом передвигаться. Нормальная скорость движения фронта составляет 30—50 км/час. Восходящий поток перед фронтом равномерен и довольно силен; его вертикальная скорость колеблется от 3 до 15 м/сек.

ДАЛЬНИЕ ПЕРЕЛЕТЫ

Подготовка перелета

Исчерпывающее знакомство с машиной является основным условием успеха полета на дальность. Особенно необходимо оттарировать при предварительных полетах свои приборы. Рекомендуются, кроме пробных полетов со своего склона, совершать и буксирные полеты. Если при этом и не удастся долго держаться в воздухе, то все же такие полеты дадут возможность хорошо изучить и испытать приборы.

Машина должна быть сцентрирована так, чтобы позволила бросать в полете управление; это разгрузит пилота и он сможет все свое внимание обратить на маршрут. Для особенно длинных полетов рекомендуется брать с собой еду.

При полетах в облаках, у грозового фронта и при полетах на буксире необходимо брать с собой парашют, так как при всех этих полетах возможны поломки планера в воздухе вследствие перегрузок. На всех современных планерах-парителях предусматривается место для парашюта (спинного или под сиденье). Кабина пилота должна позволять пилоту, в случае необходимости, быстрое выпрыгивание на парашюте. Время от времени необходимо перекладывать парашют, особенно, если он побывал в сырости. Если пилот сам не умеет надежно выполнить перекладку, он должен поручить ее специалисту.

Пилот-паритель, собирающийся совершать длительные полеты, должен уделить особое внимание своему снаряжению. Нет ничего более неприятного, чем ощущение холода при длительных полетах. Одежда должна сидеть свободно. Обмотки, кожаные краги или узкие подвязки для носков легко вызывают застой крови и онемение конечностей, что может заставить прервать полет. Ботинки со шнуровкой не должны жать у верхнего края. Пилот-паритель должен обязательно одевать очки; он почти всегда сидит так в аппарате, что глаза его подвергаются действию резкого воздушного течения.

В легко доступном кармане надо иметь чистый носовой платок. Съестные припасы также необходимо держать в легко доступном месте, так как поиски по карманам в тесном помещении почти невозможны. Если на борту нет закрепленных часов, то надо прикрепить собственные часы.

Пилот-паритель должен иметь как постоянную составную часть своего снаряжения универсальный инструмент.

Зимой необходимо перед стартом попробовать, не запотевают ли внутри очки. Не следует забывать натереть защитной от мороза мазью (вазелином, животным жиром) открытые места на лице. Легко мерзнут ступни ног и концы пальцев на руках. Для сохранения тепла в ногах ступни обертывают бумагой. Пальцы рук предохраняются от замерзания тем, что под шерстяные или меховые перчатки надевают тонкие шелковые.

Полет по маршруту

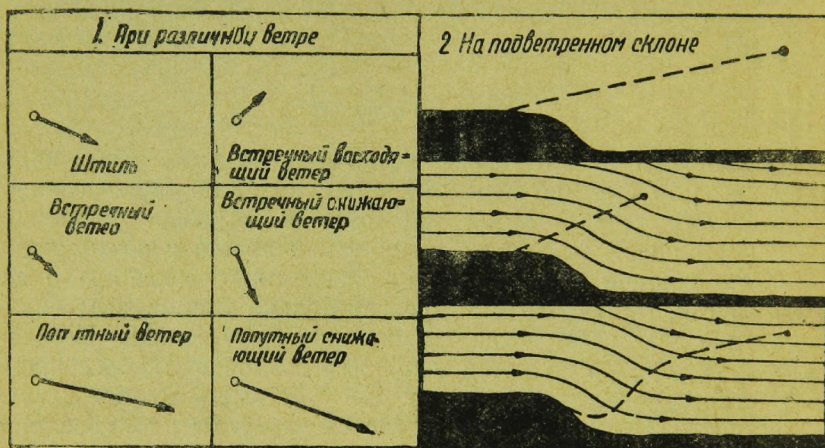
Различают двоякого рода дальние полеты, хотя оба вида очень часто взаимно перекрываются: полет по заранее определенному перед стартом маршруту и импровизированный дальний полет. При чисто маршрутном полете в восходящем потоке склонов горной цепи или различных, лежащих одна за другой, гор необходимо предварительно тщательное обследование всех расположенных по маршруту склонов. Необходимо, если к тому имеется малейшая возможность, совершить рекогносцировки этих склонов. Следует иметь точные карты местности. Необходимо точно рассчитать углы планирования между отдельными центрами восходящих потоков для ожидаемых направлений и силы ветра. На фиг. 61 видно, как углы планирования разнятся между собой в зависимости от того, происходит ли полет с попутным или с встречным ветром, в восходящем или в нисходящем потоках. Курс полета должен быть нанесен на карту. Надо высчитать возможные варианты дальности для разных направлений ветра.

Если желательно совершить термический полет на дальность, то маршрут надо наметить по возможности таким образом, чтобы он проходил вдоль областей хорошего образования восходящих потоков. Кронфельд совершил свои самые большие перелеты вдоль Тюрингенского леса (горный массив) и вдоль горной цепи Фихтель. Он, с одной стороны, имел все время в своем распоряжении хорошие орографические освобожденные (вызванные местностью) рукава восходящих потоков, а с другой стороны — умел найти опорный пункт на

том или другом склоне при случайном «термическом штиле». Никто в течение многих лет не догадывался о тактике термического парения Кронфельда, так как можно было предположить обычный перелет на дальность вдоль склона.

Время старта

Особое значение имеют высота склона и время старта. Если предполагается парить главным образом в термических потоках, то старт до девяти часов утра бесполезен, хотя можно совершить полет, используя сначала ветер у склона, а затем

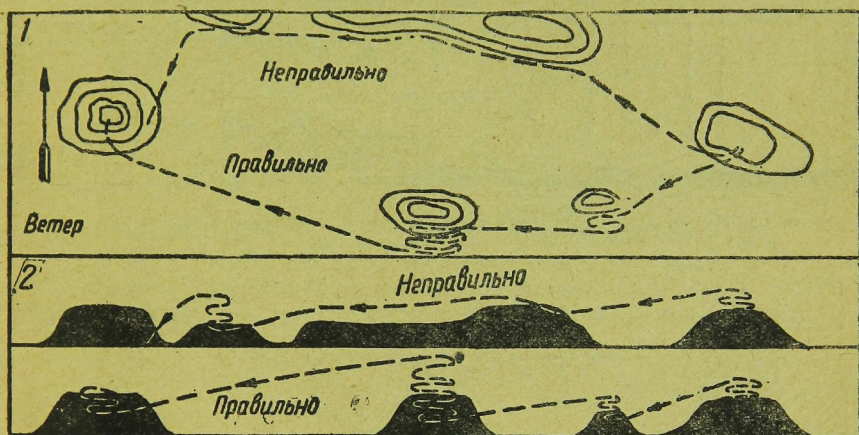


Фиг. 61. Относительные углы планирования (слева) и изменение угла планирования на подветренном склоне (справа).

уже перейти к термическому парению. В этом случае надо стартовать так, чтобы к началу «термика» достичь конца маршрута вдоль склонов. Необходимая высота должна быть точно известна. Благоприятнее всего уйти вместе с облаком. Обычно вполне хватает времени, чтобы выждать хорошей ситуации. Конечно, нельзя советовать ждать слишком долго. Часто случается, что летчик долго не решается оставить склон и, в конце концов, ветер настолько ослабевает, что летчик бывает рад, если можно сделать посадку на месте старта. Искусные пилоты приобретают с течением времени известное чутье в выборе момента старта и ухода от склона.

Ветер и отыскание потока

Не менее, если не более важно, чем отыскание восходящих потоков, — уметь избегать нисходящие потоки. Поэтому особенно рекомендуется изучать нисходящие потоки. Необходимо по возможности избегать слишком большой слагающей встречного ветра, так как она сейчас же чрезвычайно ухудшает относительный угол планирования (фиг. 61 и 63, 1). Лучше летать по более длинному околному пути. На фиг. 62, 1 и 62, 2 приведен пример летной задачи, которую часто приходится разрешать. На рисунке видно, почему один из летчиков, не взирая на благоприятные вначале условия, не достиг



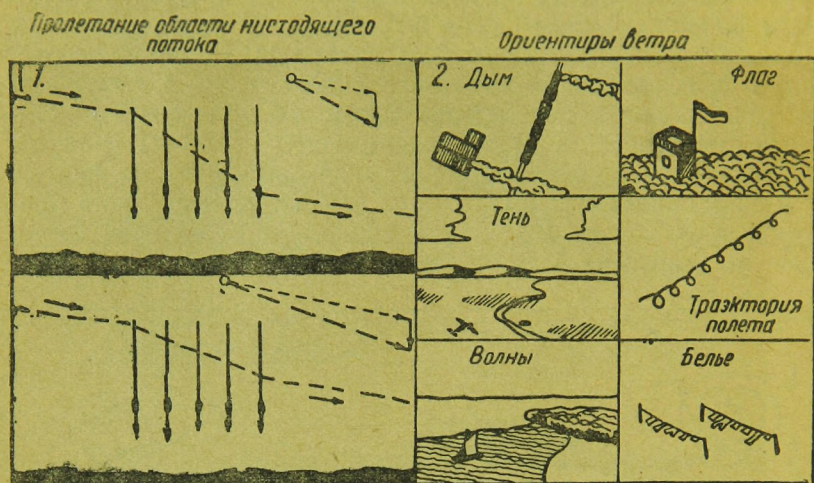
Фиг. 62. Пример дальнего полета.

своей цели. Чрезвычайно важно знать направление ветра при полете на дальность вдоль склона. На фиг. 63, 1 показано пролетание области нисходящего потока. В верхней части показан полет при встречном ветре: относительный угол планирования и снижение в этом случае гораздо хуже, чем пролетание области нисходящего потока по ветру (см. нижнюю часть фиг. 63, 1).

На фиг. 63, 2 показаны различные признаки, по которым пилот-паритель может судить о направлении ветра.

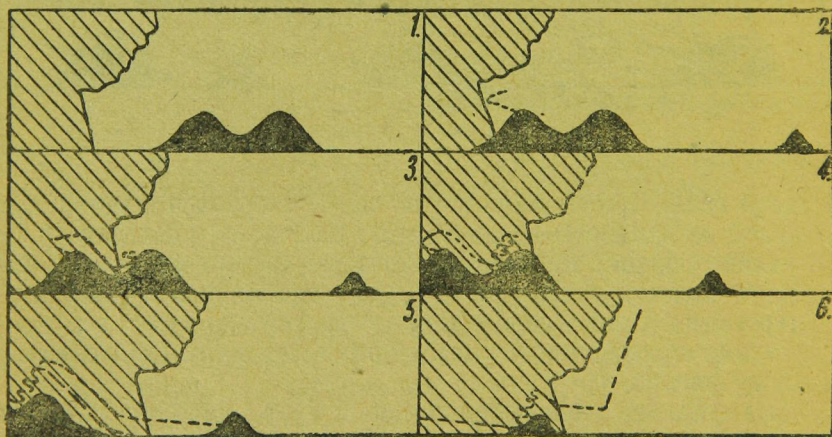
Чисто термический полет на дальность проходит большей частью по ветру. Совершая все время круги, пилот облетает одну область восходящего потока за другой или перелетает от одного облака к другому. Для такого рода полета требуется

вариометр. Если последний указывает на восхождение, то начинают с кругов и пробуют, постоянно наблюдая вариометр,



Фиг. 63. Пролетание области нисходящего потока и ориентиры ветра

найти область наиболее сильного восходящего потока. Это удастся сравнительно легко под облаком, но задача очень

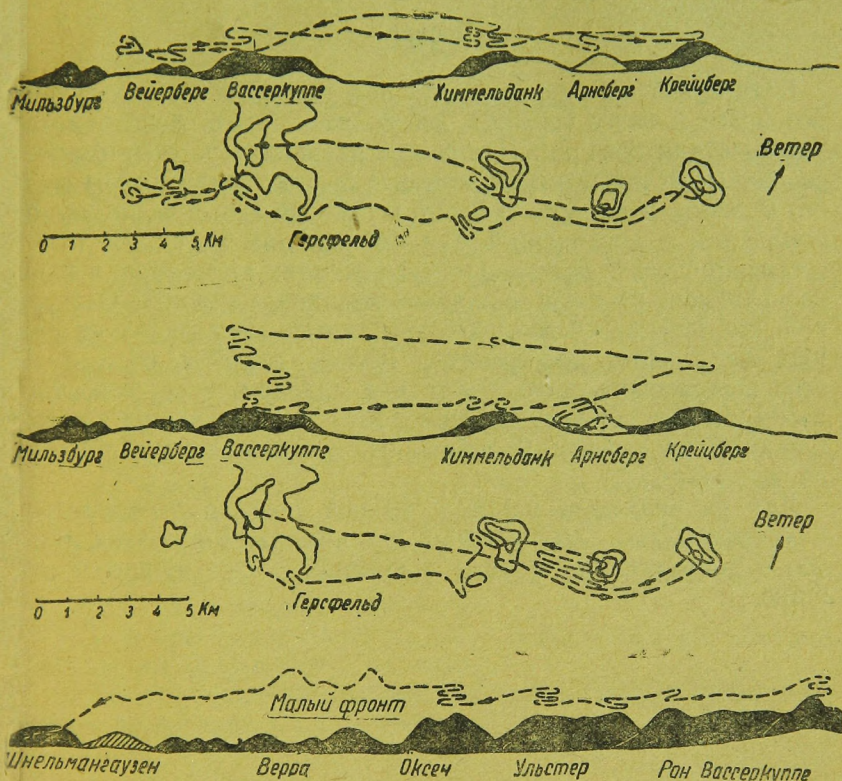


Фиг. 64. Фазы грозового полета при позднем старте.

трудна при невидимых рукавах восходящего потока. Иногда удастся распознать эти области по дыму и т. п. Наличие ва-

риометра никоим образом не разрешает еще вопроса. Лишь постоянные энергичные упражнения приводят к успеху.

При полете на дальность требуется еще больше выдержки, чем при полете на продолжительность. Необходимо прежде всего уметь ждать. Иногда приходится часами ждать на очень маленьком склоне, пока опять не появится благоприятный



Фиг. 65. Образцы перелетов: 1 — полет Геринга (72 км); 2 — полет Кренфельда (1930 г.) с возвращением к месту старта; 3 — полет Гренхофа (1930 г.) по тому же маршруту.

восходящий поток. Один пилот сдает и идет на посадку, другой ждет и проходит в три раза большее расстояние.

Особенно трудным может быть достижение со склона грозового фронта, если до появления шквала ветер был слишком слаб или дул в обратном направлении. На фиг. 64 показаны первые и самые трудные фазы грозового полета, при котором

планеры могли стартовать лишь после прохождения восходящего потока главного фронта грозы. Нисходящий поток межгорья надолго задержал летчиков. Лишь двум летчикам из двенадцати после полета дальше, чем на 25 км, удалось достигнуть головы фронта и совершить длительный грозовой полет.

Посадка

Если при полете на дальность пилот заметит, что его высота все более и более теряется, он должен начать искать места, удобные для посадки. Нужно высматривать по возможности свободные от препятствий длинные полосы земли, чтобы сесть без поломок даже при просчете в посадке или при внезапном попадании в восходящий или нисходящий поток. Во время состязаний менее важны один-два лишних километра, нежели возвращение на старт с неповрежденной машиной. Следует, конечно, избегать особо неблагоприятных мест (больших водных или лесных пространств). Иногда, впрочем, обстоятельства вынуждают низко лететь над склоном, густо заросшим лесом, имея в перспективе или найти там восходящий поток, или сесть на деревья. Подобный риск неизбежен при полетах на дальность.

Для начинающего парителя весьма полезно ознакомиться с образцами уже выполненных дальних полетов других пилотов и повторить эти полеты мысленно, а еще лучше на машине.

ПРИБОРЫ

Значение и классификация

Летать правильно на планере — дело умения, а поэтому приборы должны служить лишь на тот случай, когда умение и чутье отказываются служить или когда их нехватает.

При парении, когда, как известно, летное чутье играет очень большую роль, лучшие пилоты тем не менее пользуются на своих машинах приборами, и при этом настолько совершенно, что вызывают удивление даже у пилотов моторных машин.

Необходимо подчеркнуть, что установка приборов имеет смысл лишь для вполне законченного пилота-парителя и первоклассного планера. Для тренировочного планера требуется, самое большое, хороший высотомер и иногда указатель скорости. Но вначале пилот должен научиться хорошо управлять машиной без каких бы то ни было приборов.

Приборы можно подразделить на следующие группы:

а) Приборы для нормального полета: высотомер, указатель скорости, часы, компас, вариометр.

б) Приборы для слепого полета (добавляются к первой группе): креномер, указатель поворотов.

в) Регистрирующие приборы: барограф, метеорограф, самописец перегрузок.

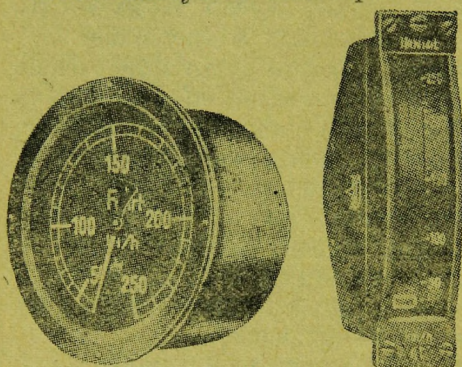
Указатель скорости

Основным прибором является указатель скорости, измеряющий скорость полета относительно воздуха. Только определенная скорость делает аппарат способным к полету, а уменьшение этой скорости сверх допустимых пределов может привести к падению. Пилот едва ли в состоянии верно определить скорость планера без прибора; естественно, чувство скорости сплошь и рядом обманывает.

Раньше на самолетах, а иногда и на планерах, применяли ветрянку, называемую «анемометром» или «анемотахометром». Но этот прибор оказался чересчур инертным. Благодаря соб-

ственной инерции он показывает еще достаточную скорость, в то время как машина уже проваливается. В настоящее время анемометр еще применяется в качестве измерителя ветра на земле, так как здесь как раз требуется известная инерция для плавного показания колебаний ветра.

Всем известный анемометр представляет собой четыре расположенных крестообразно полушария, вращающихся на общей оси. Струя воздуха, смотря по своей силе, скорее или медленнее вращает такую ветрянку. Помощью зубчаток скорость вращения передается на стрелку, отмечающую на шкале с делениями в м/сек или в км/час скорость потока. Планерист на земле пользуется этим прибором для замера скорости ветра;



Фиг. 66 и 66а. Распространенный указатель скорости.

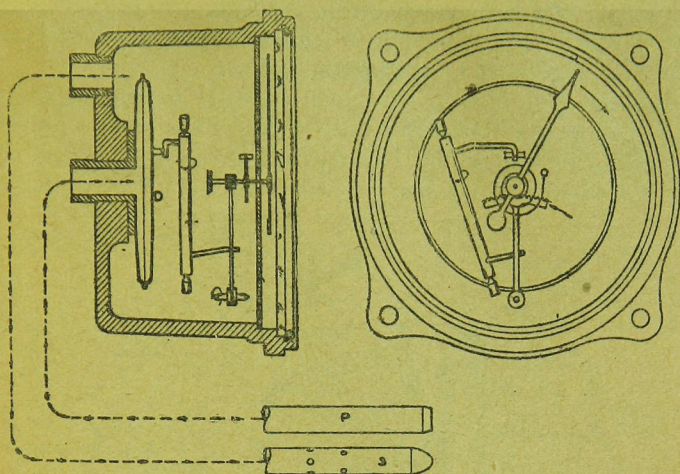
перед стартом весьма важно иметь ясное представление о скорости ветра, а в особенности о колебаниях этой скорости.

На самолетах всюду принят иной указатель скорости, который, как известно, состоит из приемника Вентури или Пито, резинового шланга и коробки с механизмом, шкалой и стрелкой (фиг. 66 и 66а). Верхний предел показаний прибора не

должен превышать 120 км/час, так как иначе показания при нормальных скоростях будут слишком неточны. Для приборов на планерах, не предназначенных для буксировки, достаточен максимальный предел в 80 км/час.

Коробка указателя скорости должна быть хорошо амортизирована от толчков при посадке. Трубка не должна стоять косо к направлению потока. При установке приемника необходимо учитывать направление струй воздуха, обтекающих планер, избегая косою подхода струй к приемнику. Резиновый шланг необходимо обезопасить от повреждений, например, при посадке пилота в кабину или при движениях ручки управления. Его лучше всего уложить в алюминиевую трубку, которая по концам соединяется с прибором и с приемником помощью резиновых муфт. Следует иметь в виду, что резиновые трубки изнашиваются и становятся ломкими. Поэтому перед каждым стартом необходимо, осторожно дунув в трубку приемника, проверить действие прибора. Часто

практикуемое высасывание ртом воздуха из одной трубки приемника с закрыванием другой очень вредно, так как об-

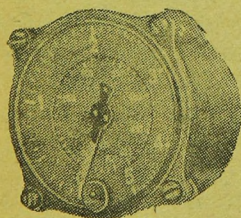


Фиг. 67. Схема указателя скорости.

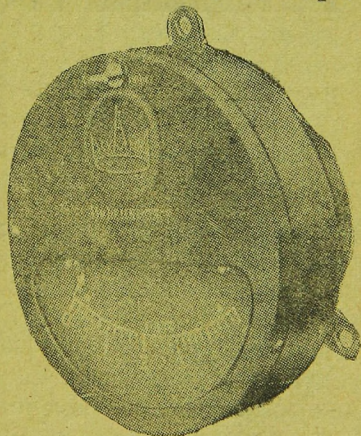
разующееся при этом пониженное давление слишком велико и может сразу испортить прибор. При неисправностях надо отправить приборы в починку. При монтажке на планере нет надобности, чтобы пилот мог видеть всю шкалу прибора; достаточно видеть участок от 40 до 80—120 км.

Высотомер (альтиметр)

Необходимым для планериста прибором является высотомер (альтиметр) (фиг. 68 и 69). Высо-



Фиг. 68. Высотомер.

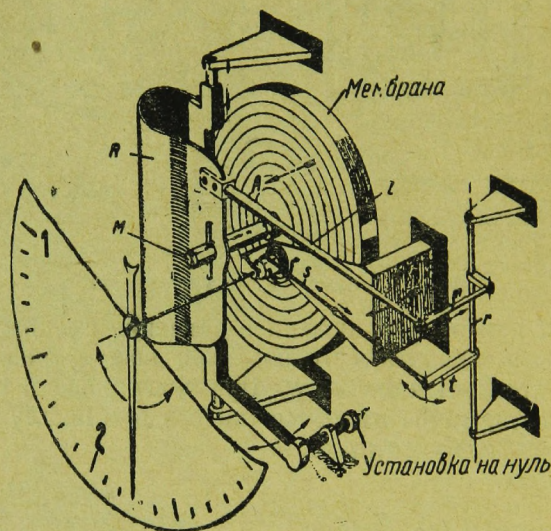


Фиг. 69. Высотомер сточностью до 5 м.

ту можно определять и на-глаз, но это крайне неточно. Высотомер — это барометр, указывающий разницу в давлении

воздуха на разной высоте. Как известно, воздушное давление равномерно уменьшается вместе с высотой, и по величине давления можно непосредственно определять высоту. Земной барометр указывает давление в миллиметрах ртутного столба, а бортовой барометр — в метрах высоты.

С помощью установочного винта стрелку высотомера можно каждый раз устанавливать на нуль или на высоту положения старта над уровнем моря. По высотомеру можно твердо установить, набирает ли планер высоту или теряет ее, определить



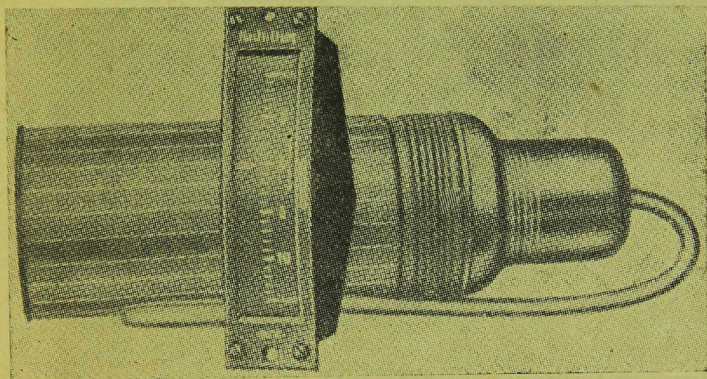
Фиг. 69а. Схема высотомера.

же это по одному лишь ощущению совершенно невозможно. Особое значение придается правильному подвешиванию прибора (хорошая видимость и амортизация от сотрясений при посадке). Шкала не должна быть установлена чересчур косо. Перед взлетом прибор устанавливается не на нуль, а на абсолютное превышение места старта над уровнем моря, так как иначе нежная барометрическая коробка легко может быть погнута. Кроме того при полете на дальность удобнее лететь с обозначением абсолютной высоты, так как перевод на относительную высоту проще. При приборах с передвижной шкалой также рекомендуется установка на абсолютную высоту. Очень полезно, если летчик может переставлять

шкалу в полете, чтобы при более длительных полетах на дальность точно проверить показания прибора по местным предметам, высота которых ему известна.

Вариометр

Вариометр является важнейшим прибором для термических парящих полетов. Вариометр показывает скорости подъема и снижения планера и очень чутко реагирует на перемены в



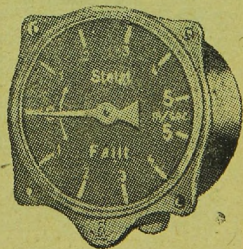
Фиг. 70. Вариометр.

воздушном давлении. Шкала, градуированная в м/сек , показывает у лучших приборов скорости снижения до 10 см/сек . Есть приборы с горизонтальной и вертикальной шкалами (фиг. 70 и 70а). Какой из них предпочесть — это дело привычки. Лучшие вариометры работают со включением уравнительного сосуда. Этим путем выравнивается влияние температурных колебаний. Однако вариометр работает и без уравнительного сосуда.

Некоторые пилоты для большей уверенности пользуются двумя вариометрами. Как прибор, так и уравнительный сосуд должны быть смонтированы с амортизацией от толчков, лучше всего на губчатой резине.

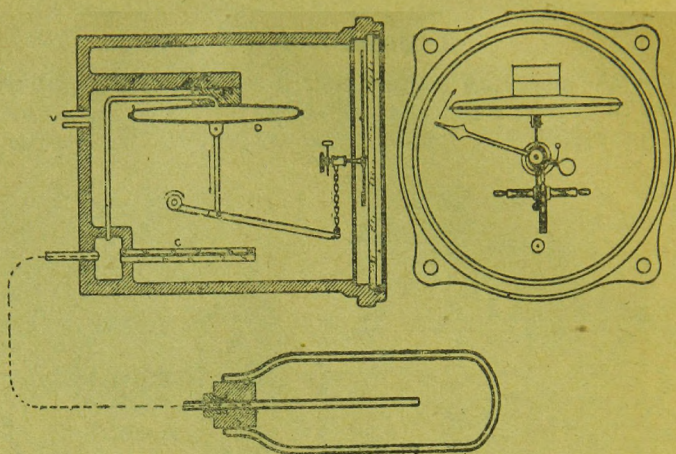
Часы

Часы с передвижной отметкой оказывают очень большую услугу. Из-за тесноты кабинки иногда трудно разглядеть часы на руке. Точные, удобочитаемые часы крайне необходимые при тренировке,



Фиг. 70а. Вариометр.

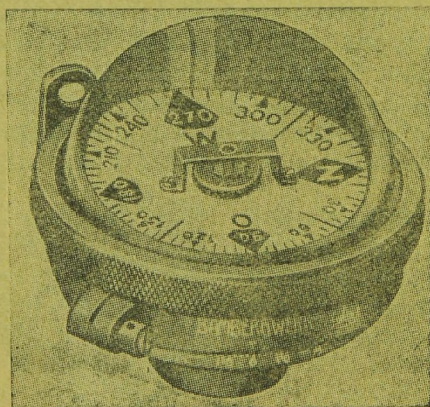
испытательных полетах, а также и при дальних полетах. Перед стартом нужно не забывать устанавливать на часах отметку начала полета.



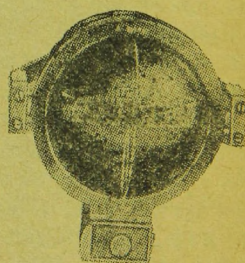
Фиг. 70б. Схема вариометра.

Компас

Паритель нуждается в компасе (фиг. 71) для различных целей. Прежде всего компас нужен для того, чтобы установить



Фиг. 71. Компас.



Фиг. 72. Компас с цилиндрической шкалой.

направление полета, далее, чтобы при подлете к незнакомому склону определить его направление и, зная направление ветра,

провести выгодный облет склона. Наконец, компас необходим летчику как вспомогательный прибор при полетах в облаках.

Обычный карманный компас недостаточен. В настоящее время имеется много типов специальных компасов для планеров. Эти компасы, в отличие от самолетных, не нуждаются в противовесах для устранения девиации от металла и его индукционного влияния. Пользоваться ли открытым компасом с горизонтальной картушкой или же компасом с цилиндрической шкалой и с передней риской (фиг. 72) — дело пилота. Самое главное в компасе — это отсутствие колебаний и быстрота установки.

Компас тоже очень чувствителен к толчкам и должен быть амортизирован при подвеске.

Слепой полет. Креномер и указатель поворотов

При коротких пролетах сквозь облака держать машину в нормальном положении по большей части удастся с помощью указателя скорости и компаса. Если же приходится находиться в облаках более длительное время и если, кроме того, планер «бросает», то нужно иметь еще и креномер.

В этом случае положение планера контролируется помощью указателя скорости, компаса и креномера. Один лишь креномер не указывает фактического крена, так как подвержен действию центробежных сил.

Для длительных полетов в облаках необходим «искусственный горизонт» или «указатель поворотов». Для планера совершенно не подходит применяемый в больших пассажирских самолетах жироскоп, приводимый в движение электричеством и весящий вместе с добавочными агрегатами 25 кг. На планерах большей частью пользуются указателем поворотов или жироскопом, работающим с помощью диффузора. Обычно креномер и указатель поворотов совмещаются в одном приборе.

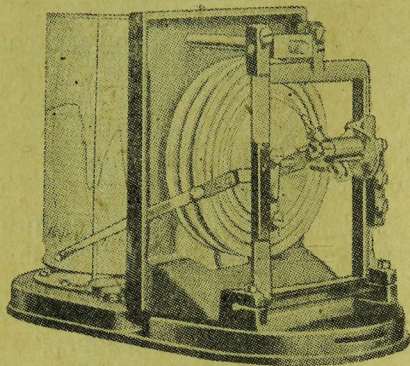
Указатель поворотов должен быть установлен по возможности на уровне глаз пилота. Для него можно устроить или отдельную приемную трубку, или же обслуживать одним общим приемником с указателем скорости.

Установка приборов для слепого полета сама по себе еще не разрешает вопроса. Необходимы постоянные упражнения, чтобы уметь пользоваться ими. Очень полезно тренироваться вначале с двойным управлением, спрятав голову в фюзеляж. Можно снабдить второе сидение непрозрачным покрытием.

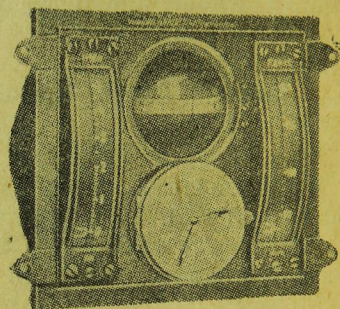
При установке вспомогательных приборов для слепого полета надо обращать внимание на то, чтобы стрелки указателя скорости компаса и креномера находились возможно ближе друг к другу.

Барограф

Для непрерывной записи высоты полета необходим барограф-самописец (фиг. 73). Для нерекордных полетов достато-



Фиг. 73. Барограф-самописец.



Фиг. 74. Приборная доска Аскания.

чен барограф до 3000 м. Обычная запись чернилами на бумаге очень ненадежна и неточна; лучше пользоваться покрытой сажей оловянной фольгой, а за неимением таковой, — бумагой, покрытой сажей. На барограмме должны быть записаны номер барографа, дата, скорость барабана и т. п. Барограммы немедленно по снятии их с барографа должны быть закреплены слоем шеллака. Так как барограф очень чувствителен, то его подвешивают на резиновом шнуре. Место для помещения барографа должно быть заранее предусмотрено.

Для последующего пересчета барограммы парящего полета, особенно термического, желательно брать в полет метеорограф. Этот прибор записывает не только кривую высот по времени, но и соответствующие ей температуры и кривую влажности. Взаимная связь между всеми этими явлениями и состояниями атмосферы, особенно с точки зрения расширения возможности парящего полета, является предметом изучения и опытов последних лет.

Размещение приборов

Самые лучшие приборы не приносят никакой пользы, если на них нельзя ничего прочесть. Приборы должны быть видны без напряжения или вытягивания шеи.

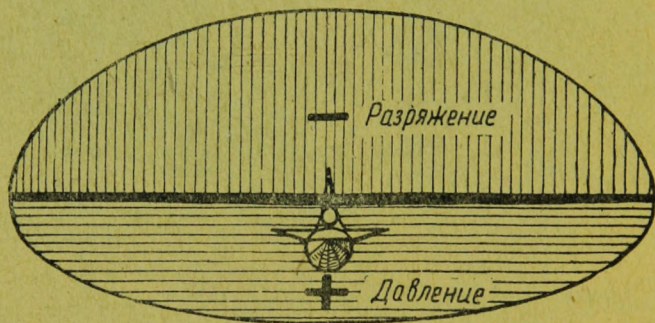
Хорошо помещать все приборы в крышке кабинки. Здесь помещается также приемник и, таким образом, при входе в кабину или при выходе из нее не надо освобождать ни одной трубки; оставляя машину, пилот захватывает крышку с собой. Кроме того, крышка имеет еще то преимущество, что является отличной защитой приборов от ветра и непогоды. Условия видимости приборов, конечно, несколько хуже.

РАБОТА ЧАСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ ПЛАНЕРА В ПОЛЕТЕ

Нагрузка крыла

Рассмотрим характер сил, действующих на планер в полете, а также — чем и как они воспринимаются.

Крыло несет весь вес планера: пилота, фюзеляж с органами управления и оборудования, другими словами, крыло, поддерживая весь планер, переносит нагрузку на воздух.



Фиг. 75. Распределение подъемной силы по крылу.

Этот вес распределяется по площади крыла — каждый квадратный метр его поверхности несет часть веса. Подъемная сила крыла распределяется по его размаху эллиптически, как показано на фиг. 75; более нагружена средняя часть, а к концам крыльев нагрузка уменьшается.

Нагрузка, которую несет крыло, передается через отдельные нервюры на лонжероны, которые под действием нагрузки подвергаются изгибу. Следовательно, лонжерон должен быть достаточно прочен, чтобы не сломаться под действием нагрузки крыльев. Однако, если рассчитывать лонжерон, исходя только из этой нагрузки, то, в случае неожиданного увеличения ее, он, очевидно, не выдержал бы и разрушился. Поэтому лонжерон рассчитывают на так называемую «перегрузку». Перегрузки возникают при выводе планера из пикирования,

под действием порывов ветра, при фигурных полетах, а также при посадке.

Немецкие нормы прочности планеров¹ рассматривают три случая перегрузок крыла:

1) полет с крайне передним центром давления — коэффициент перегрузки 6;

2) случай наибольшего крутящего момента крыла — коэффициент перегрузки исчисляется из аэродинамического расчета;

3) посадка — коэффициент перегрузки 8 для учебных планеров и 6 для остальных при условии хорошей амортизации лыжи (шасси).

Кручение крыла

Центр давления воздуха на крыло перемещается в зависимости от изменений углов атаки. Если во время нормального полета центр давления лежит при однолонжеронном крыле точно на оси лонжерона, а при крыле с двумя лонжеронами — строго посередине между ними, тогда фактически на лонжеронах будут возникать лишь напряжения изгиба; но если центр давления переместить, тогда лонжерон одновременно будет подвергаться скручивающим усилиям.

Усилие, стремящееся закрутить крыло, должно быть чем-то воспринято. У однолонжеронных крыльев для этой цели делается жесткий фанерный нос; он оказывает достаточно большое сопротивление крутящим силам. У двухлонжеронных крыльев крутящие силы обычно воспринимаются диагональными связями между лонжеронами.

Все сказанное относится к так называемым свободнонесущим крыльям. У крыльев же, поддерживаемых расчалками, крутящие силы в центральной части воспринимаются этими расчалками (тросами).

В выступающих за расчалками концах крыла, называемых консолями, крутящие усилия возникают особенно при отклонениях элеронов; поэтому безусловно необходимо, чтобы и консоли были достаточно жесткими, с достаточным сопротивлением скручиванию; в противном случае может возникнуть обратное действие элеронов. Например если один элерон поднят вверх, то он испытывает давление воздуха сверху вниз (фиг. 45, 7); это давление должно отгибать крыло вниз. Если

¹ Наши нормы прочности опубликованы в „Технике воздушного флота“ за 1934 г., № 4.

крыло не жестко на скручивание, то отгибается вниз задний лонжерон, в то время как передний сохраняет нормальное положение; вследствие этого конец этого крыла получает больший положительный установочный угол, а вместе с тем и большую подъемную силу, чем конец другого. В итоге крыло вместо того чтобы опуститься — поднимается (фиг. 45, 8). Естественно, что такое ненормальное действие элеронов легко может привести к аварии.

Кроме изгиба и кручения крыло должно воспринимать и так называемые силы лобового сопротивления, действующие в плоскости крыла в направлении, обратном направлению полета. Эти силы невелики. Обычно фанерный носок крыла или внутренние элементы его конструкции, воспринимающие кручение, одновременно же воспринимают и силы лобового сопротивления.

В расчалочных планерах лобовые силы иногда воспринимаются так называемой лобовой расчалкой.

Жесткость крыла и оперения

У свободнонесущих планеров существенную роль в крепости конструкции играет число собственных колебаний крыла. Ясно, что свободнонесущее крыло планера большого размаха не может быть абсолютно жестким. Налицо будет иметься известная эластичность и колебания крыла, но все дело в том, чтобы число колебаний было по возможности высоко. Оно будет всегда высоко, если вес крыла сильно уменьшается к концам, и, наоборот, низко, если крыло сохраняет постоянный вес по размаху. Число собственных колебаний крыла легко определить с помощью секундомера, приведя рукой в колебание один из его концов. Крыло никоим образом не должно давать меньше 120 колебаний в минуту (одним колебанием считается движение вверх и вниз). Чем короче и быстрее колебание, тем лучше.

Во избежание вибраций рулей необходимо особенное внимание обратить на достаточную жесткость крыла и рулей. Центр тяжести рулей должен лежать возможно ближе к оси вращения, а центр давления — позади нее. Люфты и игра в деталях управления не должны иметь места. Рули рассчитываются на нагрузку в 150 кг/м^2 , элероны — 75 кг/м^2 .

Подкосы и расчалки

Стойки и проволочные расчалки под крылом подвергаются растяжению. Эти конструктивные детали также, очевидно,

должны рассчитываться на определенную нагрузку с запасом прочности. У моноплана, у которого крутящие усилия воспринимаются подкосами, последние должны быть рассчитаны не только на растяжение, но и на сжатие. Наибольшее напряжение сжатия в подкосах возникает при посадке. Подкосы при этом должны обладать достаточной сопротивляемостью продольному изгибу от сжатия.

Фюзеляж

При свободонесущих крыльях та часть фюзеляжа, которая несет крыло, выдерживает в воздухе напряжение, равное весу фюзеляжа и пилота. Эта часть одновременно подвергается и действию крутящих усилий, так как при нормальном управлении элеронами опущенный вниз элерон испытывает большее сопротивление воздуха, чем поднятый.

Следствием этого является стремление заторможенного крыла отодвинуться назад, чему противодействуют рулем направления. Пилон или соответствующая часть фюзеляжа должны целиком противодействовать стремлению крыла повернуться.

Фюзеляжу приходится воспринимать также усилия органов управления. Движения руля высоты передают фюзеляжу изгибающие усилия, а движения руля направления — скручивающие усилия.

Усилия, возникающие при посадке, воспринимаются такими элементами конструкции, как подкос, шасси, лыжа и шпангоуты.

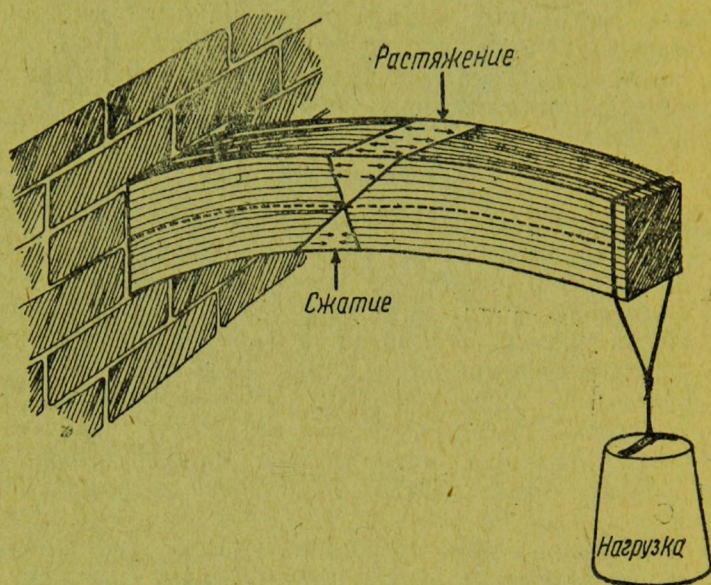
Во время старта фюзеляж, будучи закреплен на хвосте и натягиваемый амортизатором за стартовый крючок, подвергается растяжению. Стартовый крючок и спусковой крючок хвоста должны выдерживать растягивающее усилие в 1000 кг.

Сопротивление материала

Таким образом, от действующих на планер сил отдельные части планера испытывают следующие напряжения: сжатие, растяжение, изгиб и кручение. Им противодействуют силы внутренней упругости материала. Эти противодействующие силы, или сопротивление материала, всегда равняются внешним силам и всегда им противоположны. Внутренние противодействующие силы измеряются в кг/мм^2 .

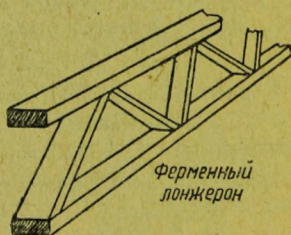
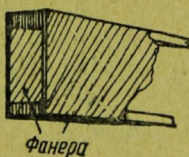
Изогнутая вниз под действием какой-нибудь силы деталь испытывает в верхних слоях материала растяжение, а в ниж-

них — сжатие (фиг. 76). Изгибающий момент воспринимается внутренними моментами; последние тем больше, чем больше



Фиг. 76. Изгиб.

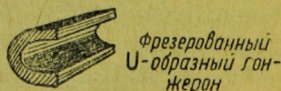
Коробчатый лонжерон



Ферменный лонжерон



Двутавровый лонжерон



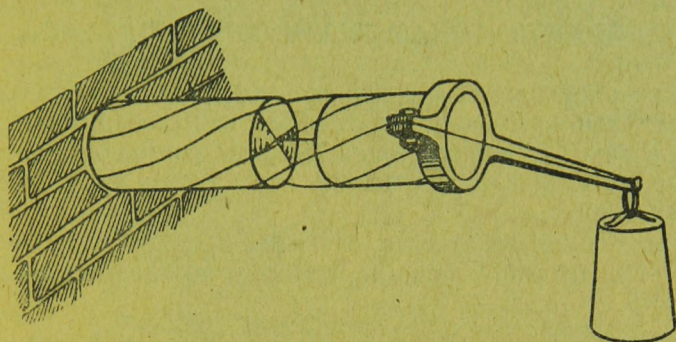
Фрезерованный U-образный лонжерон

Фиг. 77. Сечение лонжеронов.

сечение детали, подвергающейся изгибу, т. е. чем дальше наружные волокна материала детали, подверженные растяже-

нию или сжатию, лежат от нейтрального (среднего) слоя. Исходя из этого соображения, лонжероны строятся возможно более высокими (фиг. 77).

При напряжениях кручения нейтральные волокна представляют уже не слой, а нить (фиг. 78). Поэтому очень существенно, чтобы внешние слои, которые больше всего подвер-



Фиг. 78. Кручение.

гаются сдвигу и срезу, лежали возможно дальше от оси вращения, т. е. от нейтральных волокон. Чем меньше высота тела при изгибе и чем меньше радиус его сечения при скручивании, тем при одной и той же нагрузке будет больше напряжение во внешних волокнах.

Величина напряжений, которые может выдержать тело, зависит от прочности и упругости этого материала.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАНЕРА

Планерист должен уделять особое внимание состоянию эксплуатируемого им планера, который, само собой понятно, должен содержаться в возможно лучшем состоянии; это требование должно быть поставлено еще строже при полетах начинающего.

Остановимся на отдельных общих приемах и правилах работы при сборке и ремонте, которые необходимо знать планеристу.

Конструкция

Рейки для нервюр наиболее рационально нарезать фрезером. Доску обрезают соответственно длине нервюр и строгают до необходимой толщины. Затем на вертикальный вал фрезерного станка насаживают малого размера круглые пилы мелкого зуба, отделенные одна от другой гладкими прокладочными кольцами, и сразу нарезают значительное количество полок нервюр.

Для сборки нервюр изготавливают шаблон, что дает возможность быстро их собирать в большом количестве.

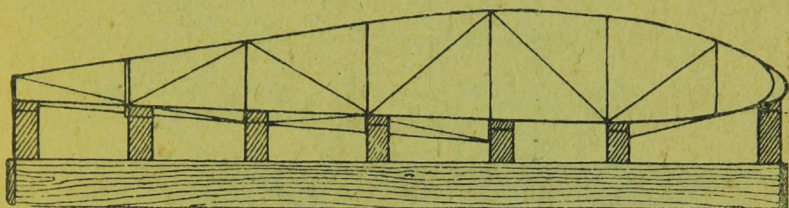
Деревянный шаблон необходимо пропитать олифой, чтобы при склейке нервюры не приклеились к нему выступающим клеем. Приготовленные таким образом нервюры не скрепляются гвоздями. При хорошей склейке гвозди совершенно не нужны.

Фюзеляж и крылья, у которых жесткость достигается помощью внутренних диагоналей или фанеры, должны выполняться очень тщательно, чтобы их не повело. Фюзеляжи и крылья собираются на так называемом стапеле (фиг. 79), который точно выверен помощью ватерпаса.

Каркас крыла, фюзеляжа и оперения после сборки перед обшивкой должен быть защищен от проникновения в дерево сырости путем окраски защитными покрытиями. Сюда относятся: спиртовой и масляный лаки, олифа и масляные краски. Покрытие обеспечивает долговечность конструкции и

предохраняет дерево от затгнивания и появления грибка и плесени. Наилучшим, однако дорогим, покрытием является спиртовой лак. Он ложится только на поверхность дерева и легко счищается стамеской при необходимости склейки во время починок.

Масляный лак и, тем более, олифа глубоко впитываются в дерево и при склейке невыгодны, однако они дешевле и так же хорошо предохраняют дерево. Покрытие лаками производится два раза. При покраске каркас предварительно грунтуется олифой и затем окрашивается тонким слоем два раза. Наружные части, особенно у учебных планеров, покрываются до трех раз. Применяемая льняная олифа должна



Фиг. 79. Сборка на стапеле.

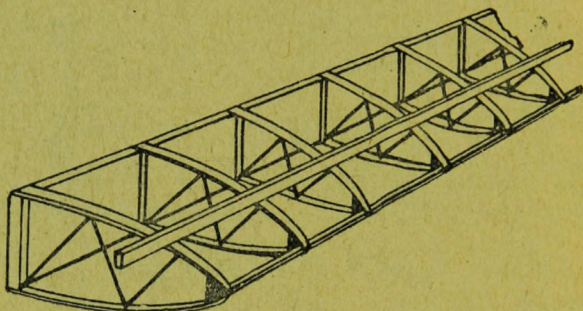
быть натуральной и чистой, иначе она не будет водонепроницаемой. При окраске детали, работающие на кручение, не грунтуются.

Там, где требуется наклеивать материю на дерево, — например, при обтяжке каркаса крыла полотном, — лучше всего оставлять планки нервюр необструганными, так как тогда клей держит лучше. Такого рода наклеивание можно производить густо замешанным казеиновым клеем. Наклеивание клеевым лаком еще прочнее и лучше предохраняет от сырости. При этом необходимо для работы несколько человек, так как клеевой лак быстро сохнет.

Так как на фанерных носках, особенно при утончающихся крыльях, фанера должна лечь ровно, то необходимо с помощью рейки проверить, все ли носки нервюр лежат на одной линии (фиг. 80). В первом случае неправильность выравнивается состругиванием, во втором — наклейкой. Весьма практичным инструментом в этом случае является так называемый американский рубанок, помощью которого можно состругивать всевозможные закругления как снаружи, так и внутри. Его можно устанавливать на любой радиус,

Хорошее прилегание фанеры носка особенно важно в крыльях, в которых жесткий фанерный нос воспринимает кручение. При излишней и неравномерной натяжке при наклеивке фанеры она дает вмятины и выпуклости и вызывает перекося нервию. Фанера должна равномерно наклеиваться на каркас носка. Волокна должны лежать диагонально, а еще лучше — параллельно нервиям.

Все сверления в дереве надо производить сверлами по металлу, так как последние меньше рвут и лучше калибруют. В тех случаях, когда после сборки к рабочей точке невозможно добраться, в виде исключения приходится прожигать отверстия раскаленной проволокой. Применяемая проволока



Фиг. 80. Выверка носка крыла.

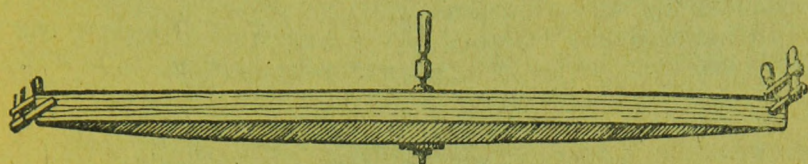
должна быть значительно тоньше, чем необходимый диаметр отверстия. При прожигании отверстий волокна дерева значительно повреждаются, вследствие чего к этому методу нужно прибегать в исключительных случаях.

Дерево

При применении сосны надо выбирать доски только крайнего распила (из оболони), так как доски ближе к сердцевине обычно слишком смолисты; смолистое же дерево тяжело и очень плохо склеивается.

Небольшие сучки в толстом куске не вредны, если они расположены в нейтральных волокнах. В верхних же и нижних волокнах детали, работающей на изгиб или кручение, сучков никоим образом допускать нельзя; они должны быть расположены вдоль длины такой детали. Распил из строевого леса дает наилучшее направление волокна. Лес должен быть хо-

рошо выдержанным и сухим. Сырой лес ссыхается и коробится при высыхании, и все склейки расходятся. Если при распиловке получается кривая доска, то, например, при досчатых лонжеронах можно выйти из затруднения путем склейки лонжерона из двух полос, причем обе дуги зажимаются вместе и склеиваются (фиг. 81). Лонжерон в целом получается прямым.



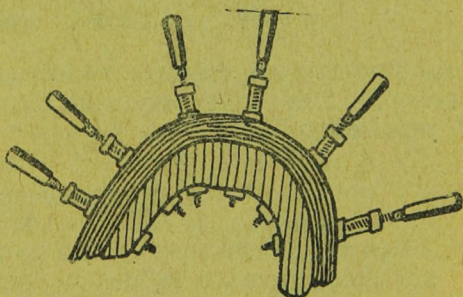
Фиг. 81. Склейка кривых брусков.

Применяемое дерево должно обладать сопротивлением (в кг/см^2) не менее:

	Сжатие	Растяжение	Изгиб
Сосна (спрус)	400	800	600
Другие хвойные породы и липа	350	700	500
Ясень	450	900	700

При установке креплений необходимо учитывать, что прочность дерева поперек волокна на сопротивление сжатию у хвой не более 10—15% и у ясеня не более 25%.

Поэтому в местах установки узлов и креплений дерево усиливается против раскалывания фанерными накладками, обмоткой на клею матерчатой лентой и пластинами из жести. Металлические детали должны плотно прилегать к дереву, без просветов и люфтов. В



Фиг. 82. Заклейка дуги.

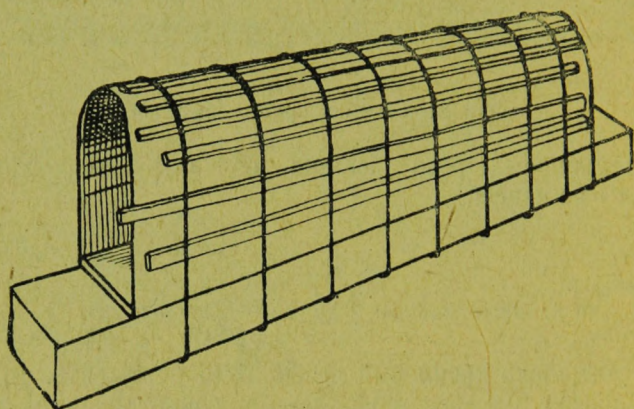
местах прохождения болтов материал усиливается бобышками с плавным переходом к нормальному сечению.

Там, где для конструкции требуется деревянная дуга, например нос фюзеляжа и т. п., применяется ясень. При отсутствии последнего дуги собираются из необходимого количества тонких планок, которые склеиваются на шаблоне (фиг. 82).

Можно применить также и отдельные полоски фанеры. Если фанера при сгибании ломается, — например, на носках крыльев, — ее можно сделать более гибкой путем намачивания в воде.

Для ответственных деталей надо применять трушевую фанеру. В лонжеронах фанера ставится таким образом, чтобы направление волокон было перпендикулярно или, лучше, диагонально к длине лонжерона.

При постройке планера надо отказаться от принятого обычно способа разметки дерева металлической чертилкой вместо



Фиг. 83. Обтяжка носка крыла фанерой.

карандаша; это совершенно бесцельно разрушает наружные волокна. Вся разметка должна проводиться исключительно карандашом.

Гвозди и склейка

При обработке дерева в нем нигде не оставляют гвоздей, так как последние со временем ржавеют, а ржавчина разрушает древесину. Малые сечения деталей планера не позволяют применять латунные гвозди, так как последние очень толсты и раскалывают дерево. Железные гвозди, покрытые латунью, ржавеют так же, как и простые железные. Там, где нельзя обойтись без гвоздей, как, например, при закреплении фанерной обшивки носка крыла или обшивки фюзеляжа, можно вбивать гвозди через узкие полоски фанеры или картона. Благодаря этим полоскам очень удобно потом после высыхания вытащить щипцами гвозди. Обтяжку носка крыла фанерой

можно производить и без гвоздей: на фанеру кладется несколько планок, все вместе крепко прикручиваются вокруг переднего лонжерона мокрой веревкой. Вережка при высыхании стягивается и дает необходимое для склеивания давление.

Зимой склеивание должно вестись в теплых помещениях, так как холод разрушает клей. Все склейки, которые почему-либо кажутся сомнительными, особенно при сращивании сложенных частей, могут быть усилены бандажками — склеенные места туго обертываются кругом, подобно обмоткам на ногах, полосами материала, пропитанного казеином. Подлежащие склейке части должны быть хорошо пригнаны одна к другой. Совершенно бесцельно насильно стягивать их струбцинками, так как вследствие большого натяжения материала склеенное место рвет при малейшем напряжении. Одинаково бесцельно заклеивать клеем широкие пазы и щели: дело не в том, чтобы скрыть щель, а в том, чтобы склеенные места были действительно прочны. Не следует снимать клей, выступающий из пазов, но надо дать ему высохнуть.

При склейках ясеневое дерево необходимо придать шероховатость склеиваемой стороне зубчатым рубанком или рашпилем, так как очень плотный ясень при гладкой поверхности плохо склеивается.

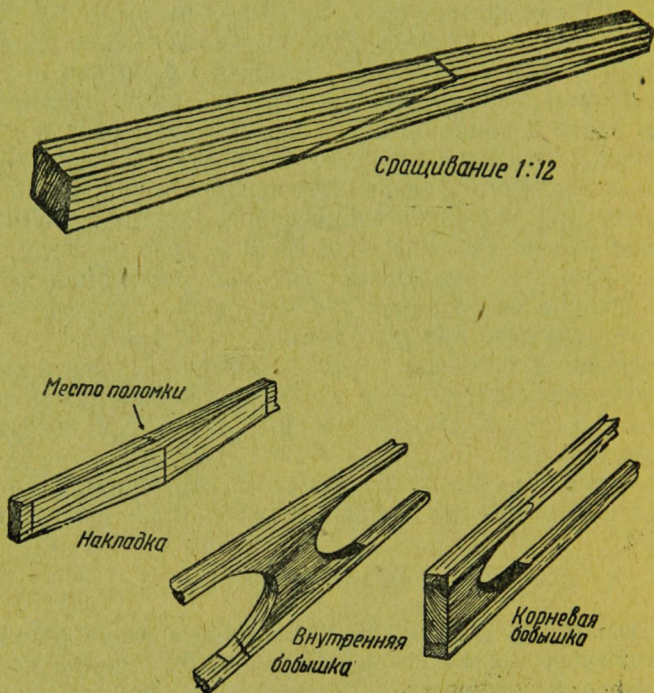
Все склейки должны оставаться в струбцинках не менее 4 час., а в недостаточно теплых помещениях — еще дольше.

Сращивание

При всякого рода сращиваниях, особенно сращиваниях полок лонжерона, надо следить за тем, чтобы участок перелома был хорошо выравнен и так подперт, чтобы при высыхании не прогнулся под тяжестью струбцинок; крыло с поведенным лонжероном не поддается правильной регулировке и снова ломается при малейшем напряжении. Все сращивания должны выполняться при отношении не менее 1 : 12, т. е. чтобы склеенное место было минимум в 12 раз длиннее, чем толщина сложенного куска (фиг. 84).

Когда поломанное место вместо сращивания скрепляется помощью накладки, то последняя обязательно должна сходиться к концам на-нет. Этим достигается мягкий переход от более толстого к более тонкому сечению материала и устраняется так называемый секущий выступ, на месте которого вновь может произойти перелом. То же самое относится и к бобышкам в лонжеронах — они тоже должны быть сведены на-нет на большой длине, чтобы образовать мягкий переход.

Можно сращивать точно так же и фанеру с отношением 1:12, которую заставляют сохнуть под давлением; склеиваемые куски должны быть так наложены один на другой, чтобы сращенное место было несколько толще нормальной толщины фанеры. Сращивание фанеры для обшивки фюзеляжа, носка и т. п. рекомендуется проделать заранее, причем размерять фа-



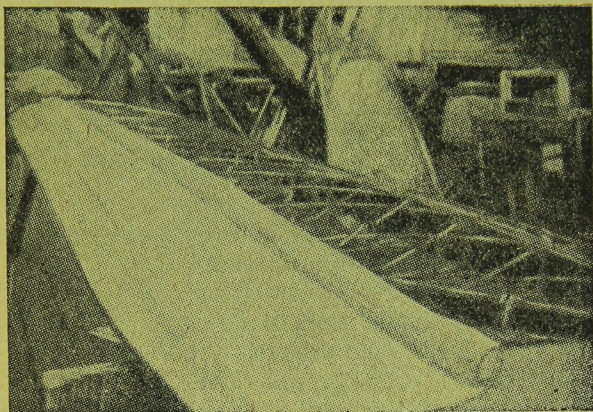
Фиг. 84. Сращивание и бобышки.

неру так, чтобы сращиваемые места впоследствии припились над нервюрами или над шпангоутами.

Обтяжка и покрытие

Нормально при обтяжке несущих поверхностей отдельные полотнища материи должны сшиваться таким образом, чтобы швы приходили вдоль нервюр. Однако, так как обшивка планеров не испытывает больших нагрузок, то обтяжка производится обычно так, чтобы шов располагался перпендикулярно нервюрам; это значительно экономит как время работы, так и полотно.

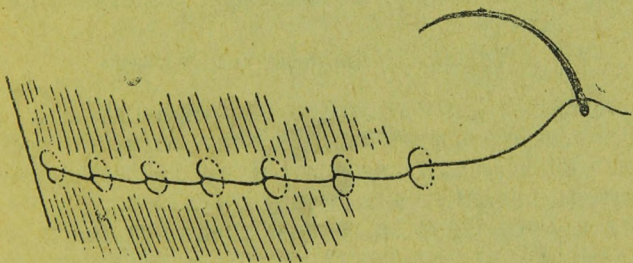
Наиболее целесообразный способ обтяжки следующий: кромка полотна прежде всего крепко приклеивается к переднему лонжерону или, вернее, к наложенной на лонжерон фанере носка; после этого весь кусок полотна накатывается на длинную палку (фиг. 85). Несколько человек одновременно об-



Фиг. 85 Обтяжка крыла полотном.

мазывают затем клеевым лаком нервюры. Материал туго раскатывается по крылу и гладко натягивается.

Очень чистый и надежный способ обтяжки — это пришива-



Фиг. 86. Шов подшивки к нервюрам.

ние полотна к нервюрам. Для этого верхняя и нижняя полки нервюры обертываются лентой шириной 20—30 мм; затем полотно закрепляется булавкой в правильном положении и, наконец, крепко пришивается вдоль нервюр к обмотке полок.

Ворсистые материалы лучше не применять для обшивки.

Для покрытия жидким стеклом или казеином подходит один лишь кретон; другие материалы при этом не натягиваются. Полотно и подобные ему материи можно покрывать горячим крахмалом. При пользовании крахмалом и казеином рекомендуется по высыхании покрыть крыло спиртовым лаком для предохранения от сырости. При покрытии всех сортов материи рекомендуется сначала натянуть кусок материи на раму и попробовать, натягивается ли она под действием данного состава. Если для последующего покрытия применяется эмалит, то можно употреблять для обтяжки мадеполам, муслин, бязь, полотно, перкаль, гладкий шелк и т. п.

Металл

Для изготовления креплений должна употребляться только листовая сталь соответствующих сортов.

При остром загибе металл легко рвется и ломается. Во избежание этого между тубок тисков кладут направляющие прокладки из более мягкого материала, например, из меди или листового алюминия, дающие плавный загиб. Материал ни в коем случае нельзя нагревать паяльной лампой или сварочной горелкой, так как от этого он теряет прочность.

Если машинам приходится подвергаться сырости, то рекомендуется металлические детали, проволоки и тросы покрывать антикоррозийным лаком. Подшипники и ролики управления необходимо хорошенько смазывать тавотом.

Все крепления могут быть покрыты также спиртовым лаком, но лучше их покрывать антикоррозийным лаком.

Тросы, проволоки, управление

Применяемые для проводки управления и т. п. тросы должны быть предварительно растянуты грузом весом около 0,4% от разрывающей нагрузки. Этим обеспечивается равномерность дальнейшего натяжения троса.

Перед применением тросы необходимо промыть в бензоле или в бензине для удаления смазки и промочить в горячей льняной олифе или горячем масляном лаке. После этого покрасить их цветным масляным лаком или масляным алюминиевым или бронзовым лаком.

Образование ушка вокруг коуша или ушка тендера производится только заплеткой. Соединение различными зажимами, напайванием шарика не допускается.

Применяемые для проводки управления тросы должны

иметь сердцевину и быть свитыми из проволок не толще 0,3 мм. Этим обеспечивается необходимая эластичность троса при поворотах и изгибах через направляющие ролики. Это правило не распространяется на тросы, применяемые для расчалки. Для расчалки крыла и иногда для проводки управления употребляется стальная проволока необходимых сечений. Для управления проволока может применяться только тогда, когда она идет по прямой, без перегибов и предохранена от повреждений и изломов.

Прикрепление проволоки происходит путем образования на концах ушков с небольшим коушем или без него при продевании в ушки другой детали (например тендера). Загиб конца проволоки можно производить только с помощью специальных щипцов или круглогубцов. Загиб надо проделать без лишнего давления на металл, плавно и чисто. Раз загнута проволока ни в коем случае не может быть отогнута назад. При разгибе ушка оно должно быть отрезано, и загиб должен быть сделан на новом месте.

Управление планером не должно иметь люфтов или ненужных качаний деталей. Это предохраняет от наступления вибраций крыла и оперения. Тросовые или проволочные тяги должны быть проложены таким образом, чтобы при любом положении рулей натяжка троса оставалась одной и той же и не давала бы ни дополнительных натяжений, ни ослаблений.

Рекомендуется вести проводку управления таким образом, чтобы при средних положениях рулей она подходила к рычагам рулей или ручки под прямым углом к линии, соединяющей ось вращения и точку крепления троса. Рычаги рулей и ручки, а также промежуточные участки троса должны быть достаточно велики, чтобы избежать люфтового хода и больших усилий. Расстояние от точки крепления троса до оси вращения рычага должно быть, вообще говоря, в 100—120 мм и не менее 80 мм.

Натяжка проволок и тросов производится с помощью тендеров. При параллельном прохождении тяг тендеры должны быть поставлены в разброс по длине и должны отстоять друг от друга не менее, чем на 250 см.

Направляющие ролики должны делаться из мягкого материала (алюминия, пластмассы).

Для тросов до 3 мм диаметр ролика должен быть не менее 50 мм.

В качестве направляющих при прямом прохождении троса или при незначительных отклонениях применяются трубки

мягкого металла. Ролики все время должны лежать в плоскости хода троса; поэтому в тех случаях, когда жесткое крепление не удовлетворяет этому условию, применяется шарнирное крепление, дающее ролику возможность самоустанавливаться по ходу троса; трос ни в коем случае не должен тереть ролик. В необходимых случаях трос защищается от соскакивания с ролика хомутиком, надетым на ось ролика.

Кабанчики рулей (рычаги) делаются из склеенных кусков дерева с фанерными накладками. В отверстия для крепления тросов ставятся медные пистоны. То же делается и в других деталях, к которым крепятся тяги. В отверстие вставляется проволоочная скоба, к которой крепится трос.

Применение для этой цели усиленных булавок контрольного типа не разрешается. Непосредственное зацепление за болт под головку или под гайку не разрешается; для этого на болт надевается металлическая пластинка, к которой уже крепится трос.

Все ответственные места в управлении, как то: переход через ролик, качалки и т. п., должны быть доступны постоянному осмотру, для чего в обшивке планера делаются окна, закрываемые фанерной или целлулоидной крышками.

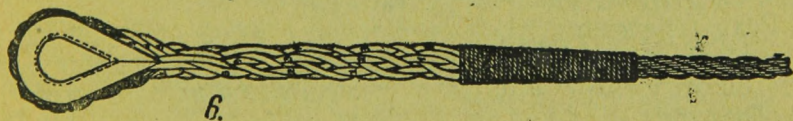
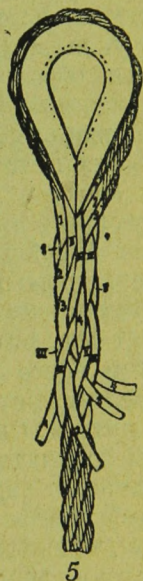
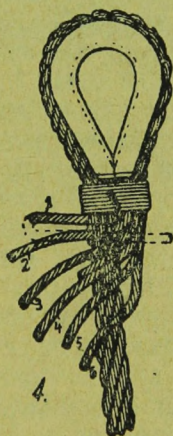
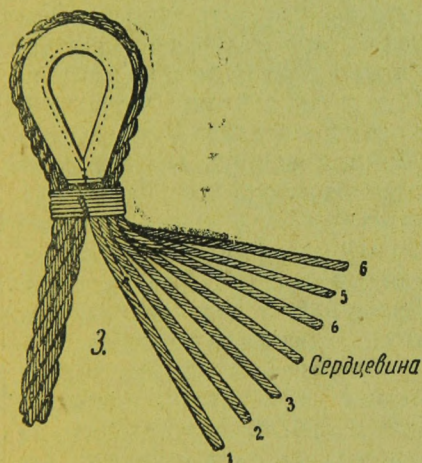
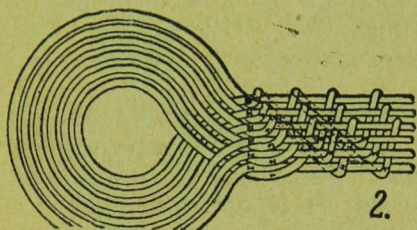
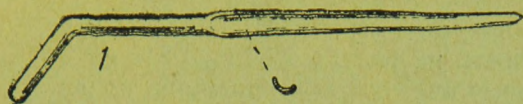
Все нарезные болты должны быть хорошо законтрены во избежание соскакивания гаек. Там, где гайки опираются на дерево, необходимо прокладывать большие шайбы; так как сосна и ель — очень мягкие породы, то натяжку болтов на эти породы надо производить особенно осторожно, чтобы не раздавить дерева.

Контрление валиков и болтов можно производить булавками из стальной проволоки. При их изготовлении необходимо следить за тем, чтобы они изготавливались только крутильщиками, чтобы гнездо булавки было достаточно глубоким и конец достаточно далеко выходил из гнезда.

Все же бывают случаи открытия булавок, а поэтому в ответственных местах и, в частности, в креплениях рулей и тяг управления необходимо применять только шпильки с предварительной прокладкой под шпильку шайбы.

Заплетка троса

Для соединения и присоединения тросов часто употребляют всевозможные «патентованные» и самоизобретенные соединения. Практика показала, что подобные соединения часто являлись причиной аварии и что единственно надежным методом является заплетка.



Фиг. 87. Заплетка крученого троса: 1—заплеточная игла; 2—схема за-
плетки; 3—трос на коуше перед заплеткой; 4—первый прием плетения,
5—заплетки после второго приема; 6—готовая заплетка.

Заплетка тросов должна производиться с крайней тщательностью, так как, само собой понятно, место заплетания должно иметь прочность на разрыв не ниже прочности самого троса. Заплетка представляет собой сплетение конца троса с самим тросом, точно так же, как уже сотни лет заплетаются пеньковые канаты в морском деле. Из инструментов требуются деревянный молоток и различные иглы (фиг. 87, 1). Подлежащие заплетке концы проволок должны быть различной длины, смотря по толщине проволоки. Поэтому не следует забывать учитывать при определении общей длины троса длину заплеточного конца.

Прежде всего необходимо прокалить трос в месте намеченного разреза, чтобы облегчить его откусывание и избежать раскручивания конца. Затем трос загибается в виде петли и укладывается вокруг коуша, после чего крепко обвязывается тонкой проволокой (под коушем). Коуш должен лежать вплотную в петле троса. После этого отдельные нити выпрямляются и укладываются в порядке, а сердцевина, если она конопляная, обрезается (фиг. 87, 3).

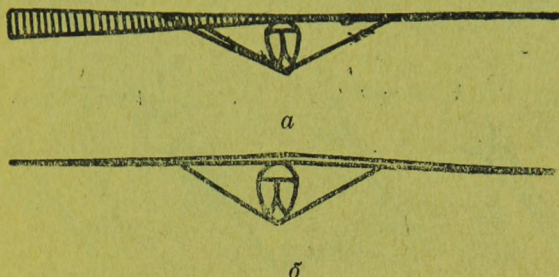
Заплетка начинается с того, что первую нить продергивают вблизи вершины коуша под тремя нитями. Для этого иглу для плетения вкладывают под эти нити и проводят под ними по желобку иглы конец нити 1. Нить 2 следует под двумя следующими нитями, а дальнейшие нити проводятся каждая лишь под одной нитью. Затем опять берутся за нить 1, которая теперь проводится в сторону, противоположную ходу витка; следующие нити проводятся через одну — под двумя другими нитями. Схематическое изображение на фиг. 87, 2 дает об этом ясное представление. Описанный процесс хода заплетки следует повторить четыре раза. Далее нити 1, 3 и 5 обрезаются, а нити 2, 4 и 6 еще раз заплетаются указанным способом, чтобы получить конический сход заплетения. После каждого хода плетение хорошенько проколачивают деревянным молотком, чтобы нити хорошо прилегли одна к другой; надо следить за тем, чтобы нити никогда не скрещивались одна с другой, так как это дает первый повод к переломам, а за первым переломом следуют сейчас же и другие.

Если сердцевина троса представляет собой стальной жгут, то она не обрезается подобно пеньковой, но протягивается на первом ходу вместе с нитью 2, укладывается назад к середине и обрезается.

Коническое окончание заплетки троса крепко обертывается очень тонкой вязальной проволокой, концы которой тщательно закладываются ниже нитей троса (фиг. 87, 6).

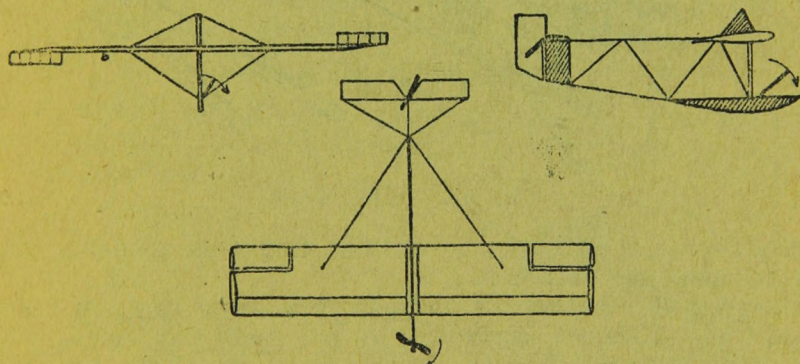
Регулировка

Для правильного полета планера в воздухе необходима точная его регулировка. Установочный угол несущих поверхностей не должен ни увеличиваться, ни уменьшаться по всему размаху от фюзеляжа до концов. Угол установки крыльев проверяется следующим образом: с некоторого расстояния впереди машины смотрят под передний край крыльев



Фиг. 89. Регулировка: *a* — неверный угол установки крыла; *б* — обратное V крыльев.

на положение заднего края — оба крыла должны иметь одинаковый угол установки, так как иначе одно крыло будет иметь большую подъемную силу, чем другое (фиг. 89). Учеб-

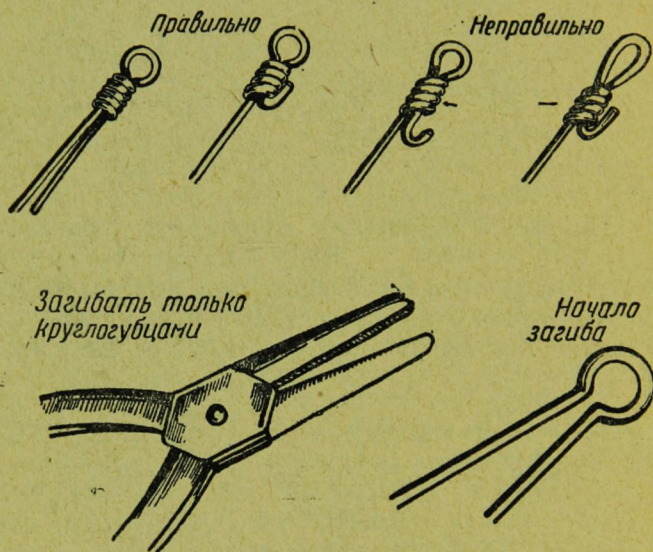


Фиг. 90. Правильное действие рулей.

ные машины обычно не имеют V-образной формы крыла. Отсутствие поперечного V определяется визированием вдоль носка по всему размаху крыльев. Незначительное V вреда не приносит; отрицательное же V, т. е. свешивание концов крыльев вниз, должно быть, во всяком случае, устранено, так как планер при этом на виражах неприятно скользит.

Фюзеляж или ферма должны стоять симметрично по отношению к крыльям; если хвостовая ферма расположена косо, то планер будет стремиться заворачивать. При правильной регулировке крыльев все растяжки должны быть равномерно натянуты, так как в последнем случае во всей конструкции появляются добавочные, так называемые монтажные напряжения.

После этого надо попробовать, правильно ли установлены рули, для чего ручка управления и ножные педали устанавли-



Фиг. 91. Загиб ушков

вливаются в нормальном положении. При этом ни один руль не должен быть отклонен.

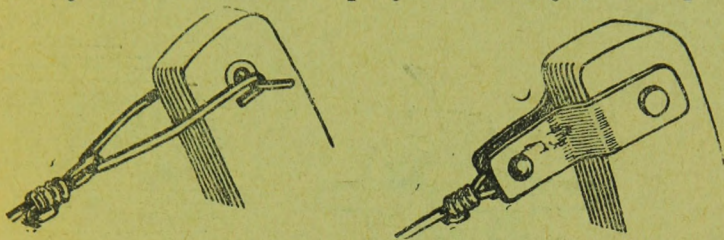
Регулировку планера надо проверять перед каждым полетом. Надо проверить, натянуты ли все проволоки, правильно ли положение рулей при нормальном положении рычагов управления; в особенности следует проверить, правильно ли действуют рули, т. е. отвечают ли движения руля соответствующим движениям рычагов управления.

Перед каждым полетом следует проверить, не ослабли ли тендеры. Тендеры должны быть ввинчены самое меньшее на 4—5 полных витков — иначе они ненадежны. Затем следует проверить контровку тендеров и все контровые булавки, прово-

локи и шплинты, крепления тросов на рычагах и у рулей. Натяжка диагоналей в консолях крыльев испытывается путем нажатия на концы лонжеронов по направлению друг к другу.

После жестких посадок следует проверять, не произошло ли где-либо поломки, расклепки, срезов и т. п.

Если планер вымок и при этом обтяжка его не покрыта малитом, то надо продуванием установить, не пропускает ли она воздух. Если обтяжка пропускает воздух, то нормаль-



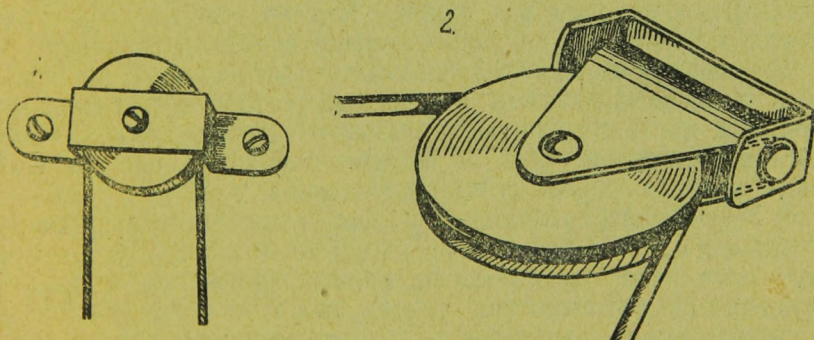
Фиг. 92. Крепление проволок к деталям.

ный полет невозможен, так как планер будет проваливаться. Планер мокрый всегда тяжелее на хвост. Следует также тщательно проверять, держат ли все склейки.

Необходимо, однако, невзирая на все проверки, чтобы первый полет после починки был выполнен инструктором.

Полный осмотр планера

Перед серьезным полетом или после перерыва в полетах необходимо тщательно осматривать планер, обращая внимание на следующее:

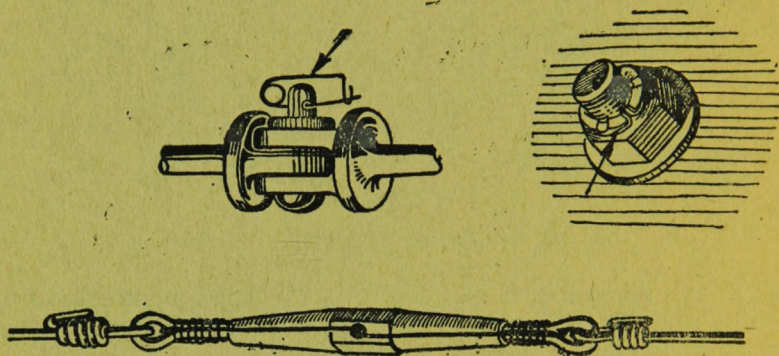


Фиг. 93. Передаточные ролики: 1—ролик с предохранителем; 2—качающийся ролик.

а) Соединения и крепления: в крыльях центроплана, консолей справа и слева, стоек и проволоч; установочный угол крыла, посадку болтов и контровку, крепления руля поворота, руля высоты.

б) Общую прочность: колебания крыльев, закрутку крыла, жесткость фюзеляжа на кручение, жесткость рулей.

в) Сиденье пилота: привязной ремень, положение ручки и педалей относительно пилота, ремни педалей, ход ручки и педалей, крепление сидения, видимость приборов.



Фиг. 94. Законтривание соединений.

Обычно планерист перед полетом меньше всего обращает внимание на сиденье пилота и его крепление. Между тем это явилось причиной одной тяжелой аварии: в полете сиденье пилота, сорвавшись с крепления, скользнуло вперед и ограничило продольный ход ручки. Планер сделал обратную петлю и после ряда неудачных маневров пилота разбился.

Крепление сиденья не должно допускать боковых, продольных или вертикальных сдвигов. Переставляемые сиденья должны иметь надежную стопорную конструкцию. Кроме того во избежание соскальзывания с сидения оно должно быть обито войлоком, губчатой резиной и т. п.

г) Управление: правильность схемы управления, установку ручки и деталей в кабине, соединения и петли тросов, промежуточные элементы, тросовые ролики (вращение и предохранение от соскакивания троса), вид и посадку качалок, шарниры закрылков, тандеры и промежуточные части (проверяются на отсутствие заедания при быстрых и крайних движениях).

д) Оборудование старта: стартовой крючок (на прочность крепления и на легкость соскакивания с него кольца амортизатора), крепление самопуска, установку штопоров, влияние на оперение удерживающего троса в случае выскакивания вверх при старте, преждевременное отцепление или неотцепление, амортизатор.

На фиг. 91—94 показан ряд деталей и эксплуатационных приемов, наиболее часто встречающихся в планерной практике.

ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ В НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЯХ

Последствия несчастного случая могут быть значительно смягчены, если на месте вовремя оказывается правильная помощь. Помещенные далее вопросы и ответы помогают усвоить правила первой помощи при несчастных случаях.

Как поступить в первый момент катастрофы

Вопрос. Если самолет терпит тяжелую аварию, что вы предпримете, прежде чем поспешить к месту катастрофы?

Ответ. Я распоряжусь послать за врачом, позабочусь о перевязочном материале и перевязочных средствах с носилками для транспорта раненых.

Вопрос. Вы находите раненых придавленными обломками самолета. На что вы должны обратить главным образом внимание при освобождении экипажа?

Ответ. Я должен следить за тем, чтобы не вызвать дальнейших повреждений неумелыми и грубыми попытками освободить раненых.

Вопрос. В каком случае экипаж должен быть освобожден, насколько возможно скорее?

Ответ. Если машина горит или если налицо опасность воспламенения.

Вопрос. Что еще должно побуждать ускорить освобождение из-под обломков раненых?

Ответ. Наличие тяжелого артериального кровотечения.

Вопрос. Как распознается сотрясение мозга?

Ответ. По рвотам и потере сознания.

Вопрос. Как распознается: а) ранение вены, б) кровотечение из артерии?

Ответ. а) Кровотечение из вены характеризуется темнокрасной струей крови; б) кровь из пораженной артерии бьет толчкообразно и имеет алый цвет.

Перевязки

Вопрос. Как помочь при венозном кровотечении?

Ответ. Надо высоко поднять раненую конечность и наложить давящую повязку на место ранения.

Вопрос. Как остановить артериальное кровотечение на конечности?

Ответ. Надо перетянуть раненую конечность выше кровотокающего места (ближе к сердцу) с помощью жгута или закрутки.

Вопрос. Что может быть пущено в ход в качестве жгута и закрутки?

Ответ. В качестве жгута — подвязки, пояс, носовой платок; в качестве закрутки — перочинный нож, палка или деталь от самолета.

Вопрос. На каком месте целесообразнее всего перетянуть: а) плечевую артерию и б) бедреную артерию?

Ответ. а) Плечевую артерию — в верхней трети плеча; б) бедреную артерию — в верхней трети бедра.

Вопрос. Знакомы ли вам еще другие повязки?

Ответ. Защитная повязка, давящая повязка, поддерживающая или шинная повязка.

Вопрос. Для чего применяется защитная повязка?

Ответ. Эта повязка должна предохранить рану от занесения в нее грязи и возбудителей болезни (бактерий, бацилл).

Вопрос. Где находятся эти возбудители болезней, особенно возбудители нагноения?

Ответ. Всюду на коже, но особенно на руках, в почве, в пыли и пр.

Вопрос. Что применяется для защитной повязки?

Ответ. Перевязочные пакеты с обеззараженной перевязочной марлей; в крайнем случае — чистое белье.

Вопрос. Что является наиболее употребительным перевязочным материалом при экстренных (неотложных) перевязках?

Ответ. Перевязочные („индивидуальные“) пакеты.

Вопрос. На что нужно обратить внимание при накладывании защитной повязки?

Ответ. Надо следить за тем, чтобы часть перевязочного материала, предназначенная для покрытия открытой раны, не была загрязнена.

Вопрос. Можно ли класть вату на открытую рану?

Ответ. Никким образом, так как вата заклеивает рану и мешает необходимому оттоку раневой жидкости.

Вопрос. Нужно ли очищать или промывать открытую рану?

Ответ. Нет. Можно очистить лишь окружность раны, после того как она сама покрыта перевязочным материалом.

Вопрос. Можно ли рану смазывать иодом?

Ответ. Нет. Иодом можно смазывать лишь края раны и ее окружность.

Вопрос. Чем прикрывается рана от ожогов?

Ответ. Лучше всего обеззараженным перевязочным материалом, на который может быть нанесена мазь от ожогов.

Вопрос. Как перевязать сильно кровоточащую рану (речь идет не о ранении артерии)?

Ответ. Над обычной защитной повязкой накладывается давящая повязка, которая останавливает кровотечение путем сильного прижатия защитного перевязочного материала.

Вопрос. Что лучше всего применить для давящей повязки?

Ответ. Бинты из прочного материала, — например, полотняные бинты.

Вопрос. Для чего применяется поддерживающая или шинная повязка?

Ответ. Для того чтобы придать неподвижность сломанной конечности.

Вопрос. Как распознается перелом кости?

Ответ. По ненормальному положению сломанной части и по сильным болям при каждом движении в месте перелома.

Вопрос. В каком положении обычно неподвижно укладывается в шинную повязку сломанное плечо?

Ответ. Предплечье под прямым или несколько меньшим (острым) углом; кисть — приблизительно у середины груди. Шина (лубок) кладется на наружную сторону плеча. Вся конечность укладывается в козынку (подвешиваемую к шее) или крепко прибинтовывается к груди.

Вопрос. В каком положении укладывается в шинную повязку нижняя конечность?

Ответ. В вытянутом положении с разогнутым коленом. Шины кладутся с боков с обеих сторон. В крайнем случае сломанная нога привязывается к здоровой.

Вопрос. Что может быть применено в качестве материала для шин?

Ответ. Любой более или менее длинный кусок дерева, — например палка, деревянная ветвь, зонтик и т. п.

Вопрос. На что нужно обратить внимание при устройстве и наложении шины?

Ответ. Надо следить за тем, чтобы шина была хорошенько подбита ватой или другим мягким материалом, для того чтобы она нигде не давила.

Укладка и перевозка раненого

Вопрос. Какое положение надо придать раненой части тела?

Ответ. Раненой части тела надо всегда придавать по возможности несколько повышенное положение. При сотрясении мозга надо высоко укладывать голову.

Вопрос. При каких ранениях надо особенно бережно браться за раненого?

Ответ. При ранениях позвоночника, так как в этом случае грубое движение может вызвать смерть вследствие ранения спинного мозга (лучше всего оставлять таких раненых на месте до прибытия врача).

Вопрос. Как распознать ранение позвоночника?

Ответ. Раненый не может двигать ногами.

Вопрос. Из чего можно приготовить импровизированные носилки.

Ответ. Можно устроить носилки из двух палок и одеяла или же из простыни. Концы простыни крестообразно связываются, а затем палки просовываются так, чтобы узлы лежали внизу. В крайнем случае можно в качестве носилок применить матрац, оконную ставню, лестницу, доски и т. п.

Вопрос. Как осторожнее всего перевезти раненого на первой попавшейся телеге за неимением специальных перевязочных средств?

Ответ. Провожающие держат во время перевозки носилки с ранеными свободно на руках. Этим путем смягчаются толчки на безрессорном экипаже.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3	Зацепление троса на планере	51
Введение	7	Буксирный взлет и полет	53
		Отцепление	54
<i>Выбор местности для полетов</i>			
Учебный планеродром	13	<i>Техника виража</i>	
Местность для тренировочных полетов	14	Скорость и потеря высоты	56
Местность для парящих полетов	16	Плоский и крутой виражи	58
		Десять правил виража	58
<i>Метод обучения полетам</i>		Перетянутый вираж	59
Освоение рулей	19	Закрутка крыла в полете	59
Центровка планера под пилота	20	Разность скоростей у крыльев	60
Ориентир	21	Дифференциальные элероны	60
Выдерживание угла планирования	22	Опрокидывание планера при вираже	60
Мягкость управления, отсутствие напряженности в полете и его понимание	22	<i>Обтекание склона и техника парения в потоках обтекания</i>	
Обучение на двухместном планере	24	Ветер	62
Первые подлеты	24	Восходящий поток обтекания склона	63
Инструктаж	25	Нормальный склон	64
Развороты	26	Крутой склон и обрыв	65
Тренировка	26	Старт с крутого склона и обрыва	67
Учебное парение	27	Затененный склон и русло	67
		Инверсия над склоном и ниже его	69
		Парение у склона	70
		Посадка	72
<i>Техника старта</i>		<i>Термическое парение</i>	
Взлетный трамплин	31	Термические восходящие потоки, создаваемые поверхностью земли	74
Амортизатор	32	Восходящий поток у облака	75
Неудавшийся старт	34	Фронтальной поток	76
Катапультный старт	34	Уровень конденсации; освобождение	77
Техника катапультного старта	36	Орографическое освобождение (помощью восходящего потока у препятствия)	77
Высокий старт. Старт помощью оттяжного блока	38	Турбулентное освобождение (помощью воздушного вихря)	78
Старт помощью авто- и мотолебедки	39	Термическое освобождение (вследствие различного нагрева поверхности)	78
Автобуксирный старт	42	Фронтальное освобождение (вследствие вторжения холодного воздуха)	78
Стартовая тележка	44		
Транспортная тележка	45		
<i>Самолетобуксирный старт</i>			
Значение буксировки	48		
Вспомогательное шасси планера	49		
Крепление троса к самолету	49		

Нисходящий поток	79
Образование и распад облака	80
Парение у облака	81
Полет вдоль фронта	82

Дальние перелеты

Подготовка перелета	84
Полет по маршруту	85
Время старта	86
Ветер и отыскание потока	87
Посадка	90

Приборы

Значение и классификация	91
Указатель скорости	91
Высотомер (альтиметр)	93
Вариометр	95
Часы	95
Компас	96
Слепой полет. Креномер и указатель поворотов	97
Барограф	98
Размещение приборов	99

Работа частей конструкции планера в полете

Нагрузка крыла	100
Кручение крыла	101
Жесткость крыла и оперения	102
Подкосы и расчалки	102
Фюзеляж	103
Соппротивление материала	103

Практическая технология планера

Конструкция	106
Дерево	108
Гвозди и склейка	110
Сращивание	111
Обтяжка и покрытие	112
Металл	114
Тросы, проволоки, управление	114
Заплетка троса	116
Регулировка	119
Полный осмотр планера	121

Приложение

Первая помощь в несчастных случаях	124
--	-----

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть	По чьей вине
28	12 сверху	тока	потока	ред.
31	6 снизу	Фиг. 2, <i>b</i>	Фиг. 21, <i>b</i>	2-й корр.
49	4 сверху	60 л. с.	6 л. с.	авт.

Цена 1 р. 10 к.

А-30-4-3

404501