

ВСЕСОЮЗНОЕ ДОБРОВОЛЬНОЕ ОБЩЕСТВО  
СОДЕЙСТВИЯ АВИАЦИИ

---

C  $\frac{93}{270}$

В. ВЫГОНОВ и Г. ВАСИЛЬЕВ

# МЕХАНИЗАЦИЯ СТАРТА ПЛАНЕРОВ

ТЕОРИЯ

ТЕХНИКА

ПРАКТИКА

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСАРМ \* МОСКВА—1949

## ВВЕДЕНИЕ

Планерный спорт — любимый вид воздушного спорта советской молодежи.

Как показала многолетняя практика, планеризм является лучшим средством как предварительного отбора кадров людей, пригодных к летной профессии, так и первоначальной летной подготовки, — средством, позволяющим значительно ускорить и удешевить обучение будущих летчиков полетам на моторных самолетах.

Существуют два метода обучения планеристов: первый, — когда запуск планера производится резиновым амортизатором, и планерист, начиная с пробежек по земле и коротких подлетов, сам постепенно овладевает искусством пилотирования, и второй, — когда по окончании теоретического курса сразу же начинаются полеты с инструктором на двухместном планере.

Если первый метод применяется в планерных кружках, не обладающих каким-либо специальным оборудованием, то второй получил широкое развитие в более мощных организациях — в планерных станциях или школах, а также в аэроклубах, особенно там, где нет подходящих склонов, и учебные полеты приходится проводить на ровной местности.

Для того, чтобы в этих условиях увеличить высоту и продолжительность полетов, советские планеристы первыми в мире разработали и успешно применяют различные виды механизации запуска планеров в воздух, основными из которых являются описываемые в этой книге — автостарт, тракторостарт и электростарт.

Механизированный запуск планеров обладает рядом специфических особенностей, в частности, очень большим углом взлета и быстрым набором значительной высоты, с возможным образованием опасных для планера перегрузок. Это требует исключительного внимания ко всем мелочам оборудования и эксплуатации буксирующих агрегатов и прочих принад-

лежностей, четкого несения службы стартовым нарядом и точного выполнения всех правил взлета, перехода в планирование и отцепки от буксировочного троса.

При грамотном же использовании механизированный старт позволяет производить не только короткие учебные аэродромные полеты, но и переходить при благоприятных условиях в парящий полет на большую высоту, дальность и продолжительность.

Настоящая книга составлена по инициативе общественной секции планеризма при ЦК ДОСАВ мастером планерного спорта СССР В. Выгоновым на основе личного большого опыта автора в работе с различными видами механизированного старта. Она призвана помочь молодым планерным организациям советской молодежи быстрее освоить, в зависимости от местных возможностей, ту или иную форму этого нужного дела и избежать тех ошибок и происшествий, которые были бы возможны при незнании выработанных опытом правил использования механизированного старта.

Для того, чтобы ознакомить начинающих планеристов с сущностью физических явлений, происходящих с планером при запуске с механизированного старта, основному содержанию книги предпослана глава I — Основы теории взлета с механизированного старта. Эта глава написана планеристом-парителем Г. Васильевым.

## ГЛАВА I

### ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЗЛЕТА С МЕХАНИЗИРОВАННОГО СТАРТА

#### СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ПЛАНЕР

При запуске планера с механического старта на него действуют три силы: сила веса, полная аэродинамическая сила и сила натяжения троса.

Сила веса обозначается буквой  $G$ ; она всегда направлена вертикально вниз и приложена в центре тяжести планера (рис. 1, 2, 3). Величина ее остается постоянной во все время полета, так как составляется она из неизменных веса планера, экипажа и оборудования.

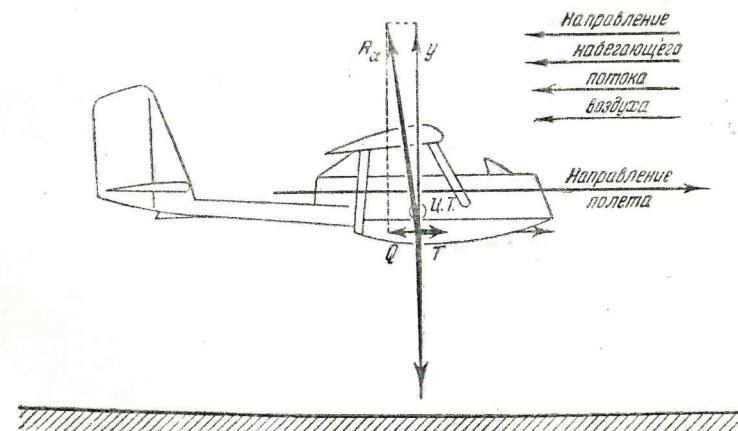


Рис. 1

Полная аэродинамическая сила планера обозначается буквой  $R_a$ . Эта сила возникает при движении планера в воздухе за счет разности давлений, создаваемой набе-

гающим потоком воздуха. Ее удобно считать равнодействующей двух сил: подъемной силы, обозначаемой  $Y$ , и лобового сопротивления, обозначаемого буквой  $Q$ .

Подъемная сила всегда направлена перпендикулярно направлению набегающего на планер потока воздуха, а лобовое сопротивление — параллельно потоку воздуха.

Направление набегающего потока зависит от направления полета. Например, когда планер летит горизонтально вперед, поток на него будет набегать спереди, подъемная сила  $Y$  будет направлена вертикально вверх, а лобовое сопротивление  $Q$  — назад (рис. 1).

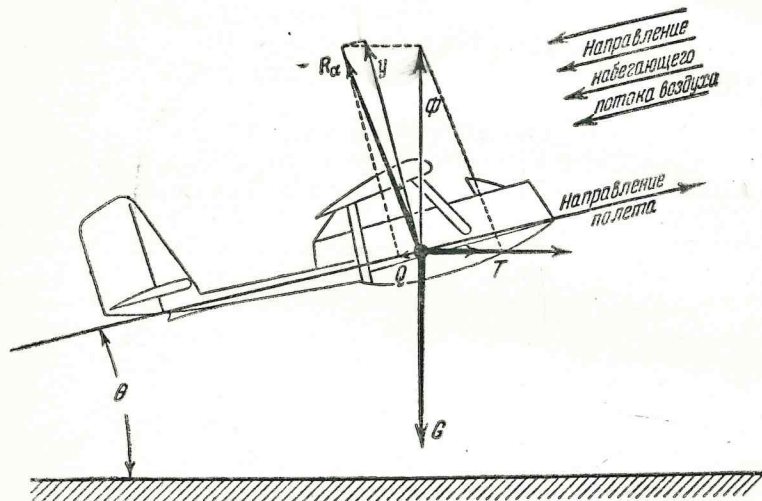


Рис. 2

Полная аэродинамическая сила  $R_a$ , являясь равнодействующей, будет направлена по диагонали параллелограмма, построенного на этих силах, т. е. вверх и слегка назад.

У современных планеров величина подъемной силы  $Y$  обычно бывает в 15—20 раз больше величины лобового сопротивления  $Q$ , поэтому направление полной аэродинамической силы  $R_x$  мало отличается от направления подъемной силы  $Y$ . Это хорошо видно на рис. 1 и 2. Величина  $R_a$  также мало отличается от величины  $Y$ , поэтому практически можно считать, что полная аэродинамическая сила совпадает с подъемной силой.

Возьмем другой пример. При наборе высоты (рис. 2) планер летит вперед и вверх, а поток набегает на него спереди

и несколько сверху, подъемная сила  $Y$  будет направлена уже вверх и назад, а лобовое сопротивление  $Q$  — назад и вниз. Полная аэродинамическая сила  $R_a$  по сравнению с горизонтальным полетом будет отклонена назад на угол  $\theta$ , равный углу подъема. (В случае очень крутого набора высоты (рис. 3) полная аэродинамическая сила  $R_x$  будет еще сильнее наклонена в сторону, противоположную направлению троса).

Полная аэродинамическая сила  $R_a$  приложена так, что ее продолжение проходит через точку пересечения направления

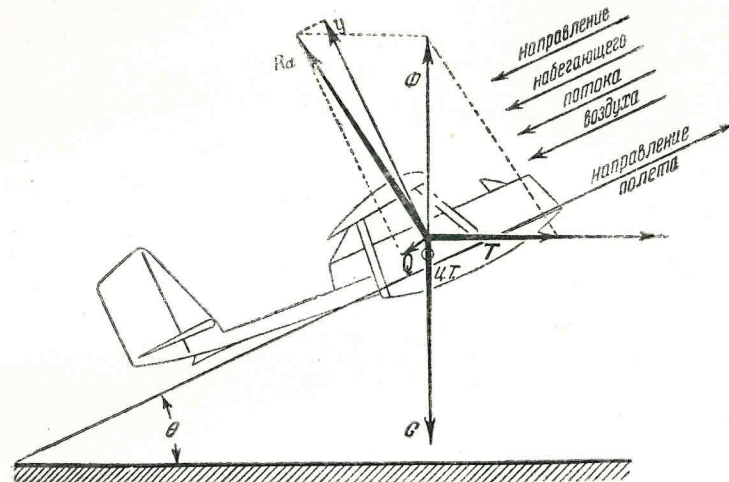


Рис. 3

троса с направлением силы веса. Она может не только изменять свое направление, но и в очень широких пределах — свою величину.

На изменение величины полной аэродинамической силы планерист может воздействовать путем изменения угла атаки и скорости.

Если бы планерист смог увеличивать угол атаки, не изменяя скорости, то в пределах летных углов атаки он от каждого градуса получил бы одинаковый прирост подъемной силы. Можно считать, что каждый градус прироста угла атаки дает одинаковый прирост и полной аэродинамической силы.

Если бы планерист, не изменяя угла атаки, смог бы увеличить скорость, то прирост полной аэродинамической силы

был бы пропорционален квадрату прироста скорости, т. е. при увеличении скорости в 2, 3, 5 раз полная аэродинамическая сила соответственно возросла бы в 4, 9, 25 раз. Отсюда видно, что увеличение скорости очень быстро увеличивает полную аэродинамическую силу.

Сила натяжения троса обозначается буквой  $T$ .

При взлете с механизированного старта сила, передаваемая лебедкой через трос, приложена к буксирному крючку планера.

Сила, передаваемая натянутым тросом, направлена вдоль истинного направления троса (по касательной к тросу в точке его крепления к замку планера).

При изменении угла подъема и высоты полета направление троса, а следовательно, и направление силы меняется относительно планера почти на  $60^\circ$ .

Величина силы натяжения троса не постоянна, она изменяется в больших пределах. При запуске с механизированного старта механик лебедки все время держит заданную скорость наматывания; величина силы натяжения троса при этом зависит от величины сил, возникающих на планере. Если аэродинамические силы, возникающие у планера, будут сильно сопротивляться наматыванию троса, а лебедка обладает запасом мощности, достаточным, чтобы наматывать трос с уменьшающейся скоростью, то трос натянется и будет прикладывать к замку планера силу тем большую, чем сильнее планер сопротивляется наматыванию троса.

Таким образом, сила натяжения троса, передаваемая на планер, имеет следующие особенности: во-первых, она может значительно изменять свое направление относительно оси планера и, во-вторых, величина силы натяжения троса изменяется в широких пределах, в зависимости от величины и направления полной аэродинамической силы. Важно усвоить, что планерист не может непосредственно регулировать силу натяжения троса, он изменяет ее только путем изменения полной аэродинамической силы.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИЛ НА ПЛАНЕР ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА ПОДЪЕМА

Чтобы подъем был установившимся, необходимо, чтобы силы  $R_a$  и  $T$ , удерживающие вес, давали равнодействующую, обозначаемую буквой  $\Phi$ , равную силе веса  $G$ , но направленную в противоположную сторону.

Зная вес планера и задавшись направлениями полной аэродинамической силы  $R_a$  и силы натяжения троса  $T$ , можно графически найти требуемые величины  $R_a$  и  $T$  (рис. 1, 2, 3, 4). Естественно, что увеличение веса планера во всех случаях требует пропорционального увеличения полной аэродинамической силы и силы натяжения троса.

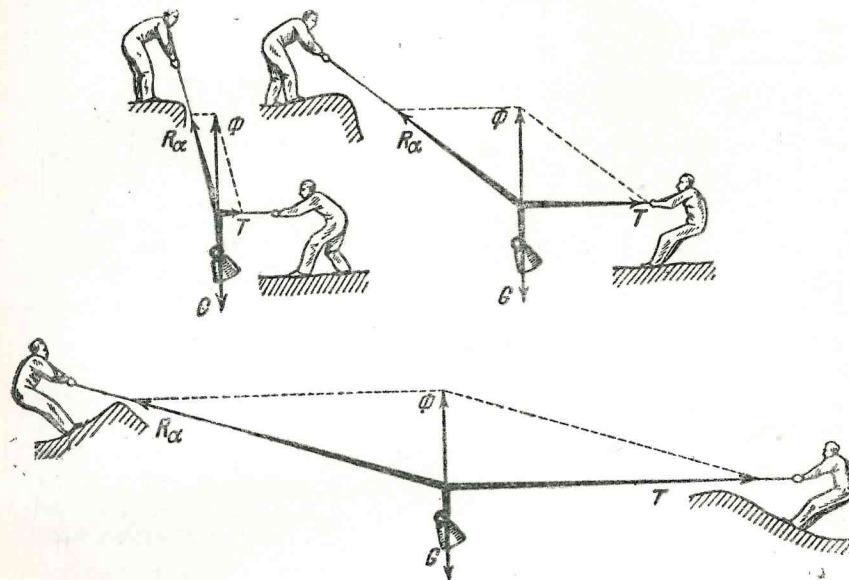


Рис. 4

Для того, чтобы легче разобраться во взаимодействии сил при запуске с механизированного старта, постараемся сначала на простейшей модели физически ощутить изменение величины сил, происходящее от изменения их направлений. Назовем силой веса планера  $G$  вес какого-либо груза, полной аэродинамической силой  $R_a$  назовем силу человека, держащего груз за привязанный шнур, силой натяжения троса  $T$  назовем силу натяжения шнура, удерживаемого вторым человеком. Увеличивая постепенно наклон шнура, передающего силу  $R_a$ , каждый желающий легко сможет почувствовать большее возрастание сил  $R_a$  и  $T$ , необходимых для удержания одного и того же веса, происходящее благодаря отклонению полной аэродинамической силы  $R_a$  от вертикали (рис. 4).

Во всех случаях, когда направление силы  $R_a$  приближается к параллельному с направлением силы  $T$ , величина обеих сил, необходимая для удержания веса, становится настолько большой, что практически ее бывает трудно создать. Всякое уменьшение сил  $R_a$  и  $T$  приводит к опусканию груза и расположению шнуров под более острым углом.

Всякое увеличение сил  $R_a$  и  $T$  (натягивание шнуров) приводит к подъему груза и расположению шнуров под более тупым углом.

После такой подготовки рассмотрим, как взаимодействуют силы у планера, оторвавшегося от земли и переходящего на подъем. Примем, что угол между тросом и горизонтом, называемый углом троса и обозначаемый буквой  $\varphi$ , еще не успел стать заметным, т. е., что трос натянут горизонтально.

После отрыва планера от земли до момента, когда весь трос поднимется с земли в воздух, летчик выдерживает планер на очень небольшом угле подъема (углом подъема называется угол между направлением полета и горизонтом, обозначается буквой  $\theta$ ).

При этом, как показано на рис. 1, взаимодействие сил близко к взаимодействию сил при горизонтальном полете самолета. Поток воздуха идет к планеру горизонтально спереди, подъемная сила  $Y$  направлена вертикально вверх и уравнивает вес  $G$ . Лобовое сопротивление  $Q$  вызывает в тросе равное себе ответное напряжение  $T$ . Следовательно, все силы взаимно уравновешены:

$$Y = G; \quad Q = T.$$

После того, как весь трос поднялся с земли в воздух, летчик слегка берет ручку на себя. Посмотрим, что после этого произойдет. Планер увеличивает угол атаки. Углом атаки называется угол между направлением набегающего потока воздуха и хордой крыла. От увеличения угла атаки возрастает подъемная сила  $Y$  и лобовое сопротивление  $Q$ .

Прирост лобового сопротивления натянет трос настолько, что нарушенное равенство между горизонтальными силами  $Q$  и  $T$  немедленно восстановится. Лебедка от этого будет работать с большой нагрузкой.

Подъемная сила  $Y$ , оказавшись больше силы веса  $G$ , нарушит равновесие сил и сообщит планеру дополнительную скорость вверх. В результате планер, летевший горизонтально, полетит с углом подъема  $\theta$ .

Но из-за того, что планер полетит с углом подъема  $\theta$ , подъемная сила, оставаясь направленной перпендикулярно набегающему потоку воздуха, будет отклоняться от вертикали на угол, равный углу подъема  $\theta$ , как это видно на рис. 2. На такой же угол отклонится и полная аэродинамическая сила. Отклонение же полной аэродинамической силы, как это мы проверяли на модели рис. 4, приводит к тому, что для уравнивания того же веса  $G$  потребуется увеличить и величину полной аэродинамической силы  $R_a$  и силы натяжения троса  $T$ .

Чем круче будет подниматься планер, тем большую ему надо силу  $R_a$ . Нужно ли для этого продолжать тянуть ручку на себя?

Оказывается, что величина полной аэродинамической силы продолжает расти, даже если пилот больше не изменяет положения ручки. Дело в том, что до сих пор мы предполагали, что скорость полета планера постоянна и равна скорости натягивания троса. В действительности так бывает лишь в случае, когда планер летит по направлению троса. При полете же планера под углом к направлению троса, обозначаемом буквой  $\psi$ , скорость его полета становится больше, чем скорость сматывания троса. Угол же между тросом и направлением полета  $\psi$  обуславливается наличием угла подъема  $\theta$  и угла троса  $\varphi$  и равен их сумме. Чем больше углы  $\theta$  и  $\varphi$ , тем больше будет и угол  $\psi$ .

Следовательно, увеличение угла подъема и угла троса, происходящее непрерывно по мере набора планером высоты, приводит к непрерывному росту скорости, а следовательно, и к непрерывному и быстрому росту полной аэродинамической силы. (В начале главы мы уже указывали, что увеличение скорости полета приводит к особенно быстрому росту силы  $R_a$ ).

Благодаря этому равновесие сил, нарушенное тем, что в начале перехода на подъем пилот взятием ручки на себя слегка увеличил силу  $R_a$ , будет по мере увеличения угла подъема вновь нарушаться и планер «сам» будет непрерывно переходить на все более крутые углы подъема.

Чтобы планер не перешел на недопустимо большие углы, пилот должен к моменту достижения планером нужного угла подъема дать ручку от себя, уменьшить этим угол атаки, уменьшить силу  $R_a$ , и создать нужное равновесие сил.

Из-за увеличения углов  $\theta$  и  $\varphi$  и связанного с этим увеличения скорости планера для перехода на угол подъема пилот

должен взять ручку из нейтрального положения слегка на себя, а после достижения нужного угла подъема, для прекращения дальнейшего его увеличения, отдать ее от себя за нейтральное положение. Чем круче угол подъема, тем больше нужно отдавать ручку от себя для прекращения возрастания угла подъема, тем на меньших углах атаки будет лететь планер и тем большая будет у него скорость полета.

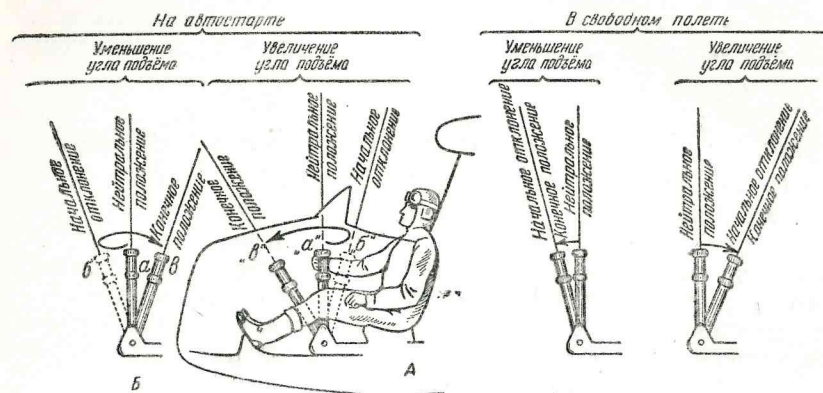


Рис. 5

На рис. 5,А приведены положения ручки, в которых она была до перехода на подъем «а», в начальный момент подъема «б» и в момент, когда планер уравновесится на новом — большем угле подъема «в». Посмотрим, что произойдет, если пилот в установившемся угле подъема на механизированном старте даст ручку из нейтрального положения слегка от себя. Уменьшение угла атаки приведет к уменьшению полной аэродинамической силы  $R_a$ . От этого планер перейдет на меньшие углы подъема. Уменьшится у него и угол между направлением полета и тросом  $\varphi$ , а это даст уменьшение скорости полета и, следовательно, очень быстрое дальнейшее уменьшение силы  $R_a$  и дальнейшее уменьшение угла подъема. Чтобы приостановить уменьшение угла подъема, пилоту придется взять ручку на себя за нейтральное положение. Окончательно уравновешенный планер будет лететь с несколько меньшей скоростью и с большим углом атаки.

Непрерывный переход на большие или меньшие углы подъема несколько сдерживается тем, что при переходе на большие углы подъема направление силы натяжения троса проходит выше центра тяжести и создает момент, сдерживаю-

щий быстрое продолжение роста (рис. 3); при переходе же на меньшие углы подъема сила натяжения троса проходит ниже центра тяжести и создает момент, замедляющий уменьшение угла подъема (рис. 1). На рис. 5,Б приведены положения ручки до момента уменьшения угла подъема а, в начальный момент перехода на меньшие углы подъема б, в момент, когда планер уравновесился на новом меньшем угле подъема в.

Из сказанного видно, что пилотирование при взлете с механизированного старта отличается от пилотирования в свободном полете рядом принципиальных особенностей.

### ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ ПОЛЕТА ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА МЕЖДУ НАПРАВЛЕНИЕМ ПОЛЕТА И НАПРАВЛЕНИЕМ ТРОСА

Разберем, почему при взлете с механизированного старта увеличение угла подъема увеличивает скорость полета.

Будем считать за направление троса направление прямой, соединяющей точки крепления троса к планеру и к лебедке.

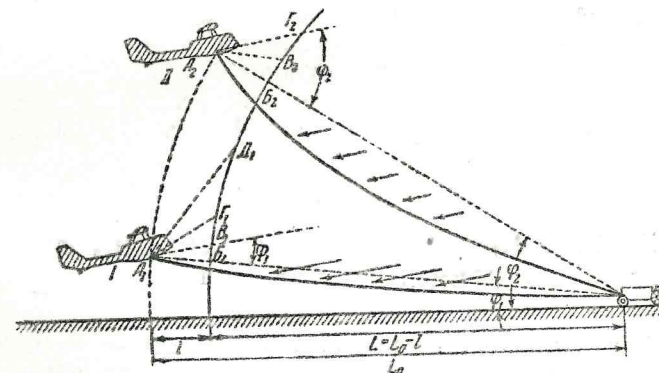


Рис. 6

Длиной троса будем называть расстояние по прямой между этими же точками. Фактически направление троса и длина троса из-за его провисания отличаются от этих величин (рис. 6).

Лебедка ежесекундно наматывает какое-то количество троса  $l$ . В начальный момент планер находился на одной из точек дуги, радиусом, равным начальной длине троса  $L_0$ , например, в точке  $A$ , но через секунду укорачиваемый лебедкою трос сместит планер на одну из точек дуги радиусом, равным сократившейся длине  $L = L_0 - l$ , например, в точку  $B$ .

Если направление полета совпадает с направлением троса, то скорость полета планера будет равна скорости наматывания троса.

Если же у планера возникнут такие силы, которые смогут заставить планер лететь под углом к тросу, например, в точку  $BGD$ , то это увеличит длину его пути, проходимого за секунду. Если при этом лебедка обладает достаточным запасом мощности, то она не уменьшит скорости наматывания и через секунду обязательно сместит планер с первой окружности на вторую. На рис. 6 видно, что чем больше угол  $\psi$ , тем больший путь пройдет планер за секунду, т. е. тем большая будет у него скорость. Увеличение угла подъема, увеличивая угол между направлением полета и направлением троса, приводит к увеличению скорости полета.

Увеличение угла троса  $\varphi$  также приводит к увеличению скорости полета. Действительно, если пилот будет набирать высоту, сохраняя неизменный угол набора, то по мере увеличения угла между тросом и горизонтом  $\varphi$  у него будет увеличиваться также и угол между тросом и направлением полета  $\psi$ , что и дает увеличение скорости (на рис. 6 видно, что угол  $\psi_2$  больше угла  $\psi_1$  и секунднй путь  $A_2 G_2$  больше секунднго пути  $A_1 B_1$ ).

### ИЗМЕНЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИЛ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА ТРОСА

По мере того, как планер набирает высоту, становится заметным действие такого фактора, как величина угла троса относительно горизонта  $\varphi$ .

По тросу, направленному под углом к горизонту, лебедка передает силу  $T$ , стремящуюся двигать планер не только вперед, но и вниз (рис. 7).

Чем круче угол троса  $\varphi$ , тем большая доля силы натяжения троса  $T_y$  тянет планер к земле. Планер как бы становится тяжелее и требует для своего удержания больших сил.

Из графических построений, приведенных на рис. 8, отчетливо видно, что для получения равнодействующей, уравновешивающей один и тот же вес планера, набирающего высо-

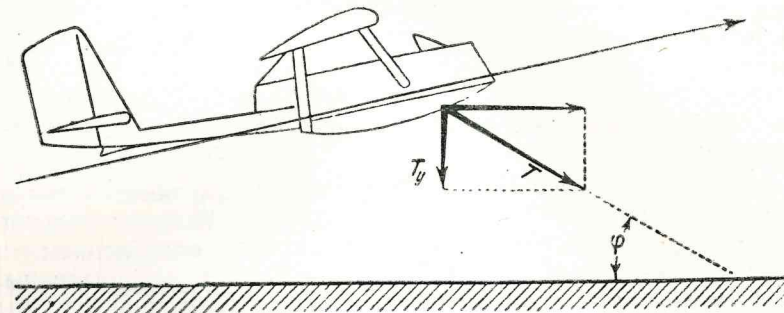


Рис. 7

ту с неизменным углом подъема, по мере увеличения угла троса требуется быстрое возрастание величины полной аэродинамической силы  $R_a$  и силы натяжения троса  $T$ .

### ЛОБОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТРОСА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПОЛЕТ ПЛАНЕРА

В случае малых углов троса  $\varphi$  и малого угла подъема направление потока воздуха, набегающего на трос, почти параллельно направлению троса (рис. 6, положение 1).

По мере увеличения углов троса и углов подъема направление набегающего потока отходит от параллельного и начинает приближаться к перпендикулярному к направлению троса. Это приводит к увеличению лобового сопротивления троса. Лобовое сопротивление, распределенное по всему тросу и направленное поперек него, приводит к значительному провисанию троса (рис. 6, положение 2).

Провисание троса приводит к увеличению угла между тросом и направлением полета  $\psi$ . Поэтому, при одинаковых углах подъема для удержания планера с сильно провисшим тросом потребуются значительно большие силы  $R_a$  и  $T$ , чем они требовались для такого же планера, но при слабо провисшем тросе.

Ранее мы разбирали, что при прямом и слабо провисшем тросе после взятия ручки на себя планер сам переходил на все большие и большие углы подъема, потому что полная аэродинамическая сила росла быстрее, чем это нужно для сохранения равновесия. Теперь же следует добавить, что провисание, увеличивающееся с увеличением углов подъема, увеличивает потребность в полной аэродинамической силе. Избыток силы становится меньше; это вначале приводит к замедлению перехода планера на большие углы подъема, а в дальнейшем может его совсем приостановить.

Нужно иметь в виду, что все сказанное относится только к провисанию троса, образовавшемуся при наличии сильного его натяжения. Провисание же, вызванное ослаблением тяги, приводит к свободному полету планера с прикрепленным к нему тросом. В этом случае, несмотря на большие истинные углы троса, на планер передается лишь незначительная по величине сила от натяжения троса лобовым сопротивлением и его весом.

### МОЩНОСТЬ ЛЕБЕДКИ

Мощность лебедки  $N$  прямо пропорциональна силе натяжения троса  $T$  и скорости его наматывания  $V_{\text{намот}}$ .

$$N = TV_{\text{намот}}$$

Величина силы натяжения троса  $T$  в первую очередь зависит от веса планера. Чем больше полетный вес планера, тем большая аэродинамическая сила требуется от крыльев и тем больше будет сила натяжения троса. Следовательно, во всех случаях более тяжелый планер потребует для своего подъема и большей мощности от лебедки.

Если пилот ведет планер так, что сила натяжения троса  $T$  невелика, то от лебедки требуется небольшая мощность. Но если сила натяжения увеличится, то и от лебедки потребуются повышенная мощность.

Если при сильном натяжении троса лебедка не сможет развивать потребной мощности, то, в зависимости от типа мотора, он или заглохнет, или сбавит обороты, что сразу приведет к уменьшению силы натяжения троса. При излишне большом запасе мощности лебедка сможет передать на планер

силы, значительно больше тех, на которые рассчитан планер, что может повлечь поломку его в воздухе.

Поэтому скорость наматывания требуется внимательно регулировать с таким расчетом, чтобы число метров троса, наматываемых лебедкою в секунду, в сумме с секундной скоростью встречного ветра давали бы число, соответствующее крейсерской скорости планера.

$$V_{\text{намот}} + V_{\text{ветра}} \approx V_{\text{крейс}}$$

### ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРЕГРУЗКИ

Выше было указано, что величины силы  $R_a$  и силы  $T$  растут по мере увеличения угла подъема  $\theta$  (рис. 1, 2, 3) и по мере увеличения угла троса  $\varphi$  (рис. 8). При больших

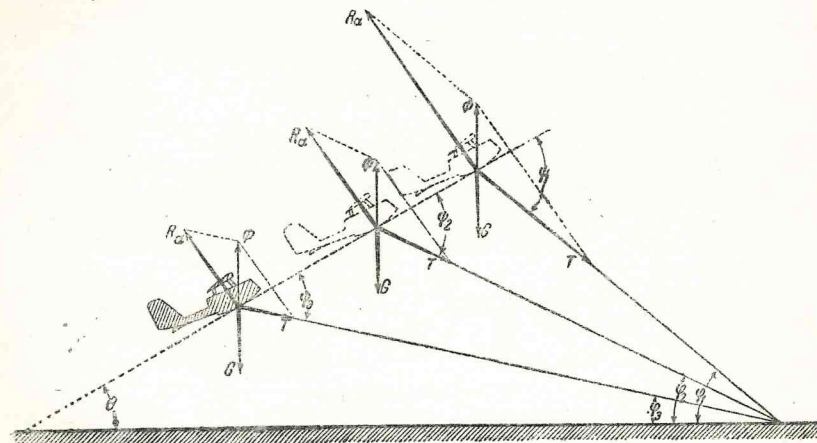


Рис. 8

углах  $\theta$  и  $\varphi$  силы  $R_a$  и  $T$  могут достигнуть очень большой величины.

Получается так, что полная аэродинамическая сила, приложенная к крыльям, и вызванная ею ответная сила натяжения троса  $T$ , приложенная к замку планера, тянут планер в почти противоположных направлениях, стремясь его разор-

вать. Чем круче и чем выше поднимается планер, тем больше эти силы, тем более нагруженным окажется планер.

Число, показывающее во сколько раз подъемная сила  $Y$  больше силы веса  $G$ , называется перегрузкой и обозначается буквою  $n$ .

$$n = \frac{Y}{G}; Y \approx R_a; n = \frac{R_a}{G}.$$

При горизонтальном полете перегрузка равна единице, т. е. подъемная сила  $Y$  равна силе веса  $G$ . При подъеме перегрузка может быть равна, например, 2 или 3 и т. д. В этих случаях подъемная сила больше силы веса в два или три раза. При очень крутых углах подъема и очень крутых углах троса перегрузка может оказаться больше той, на которую рассчитан планер. Например, планер А-2 разрушится при перегрузке  $n = 7$ ; поэтому, чтобы не сломать планер в воздухе, не следует допускать в полете перегрузки более  $n = 3-4$ .

При излишне большом запасе мощности лебедки, при чрезмерной скорости наматывания, при превышении положенных углов подъема и углов троса, при очень грубом пилотировании (резком движении рулями) и при полете в порывистый ветер возможно превышение допустимой перегрузки. Для предупреждения возможности поломки планера в воздухе в буксировочный трос следует вплетать короткий кусок тонкого троса, который рвется раньше, чем перегрузка достигнет опасной величины. Измерив и сравнив силы  $R_a$  и  $G$  на рис. 1, 2, 3, 8, можно получить представление об изменении перегрузки от изменения углов  $\theta$  и  $\varphi$ .

В свободном полете при всяком изменении направления полета планера также возникает перегрузка. Причем перегрузка может достигать больших величин. Но при искривлении траектории, например, при выходе из пикирования, пилот будет прижиматься центробежными силами к сидению, т. е. он будет ощущать, что он сам становится тяжелее. Это ощущение позволяет пилоту судить о величине перегрузки и своевременно ее уменьшать.

При взлете же на механическом старте ни сила  $R_a$ , ни  $T$  не передаются пилоту, и как бы ни была велика перегрузка, никакого предупреждающего ощущения увеличения веса пилот не получит. Это следует особенно твердо запомнить и следить за величиной перегрузки по побочным признакам. Верным признаком роста перегрузки является рост скорости полета — это отчетливо видно на рис. 13. Поэтому во время всего взлета более чем необходимо следить за скоростью и

не превышать положенного ей предела. Не следует также превышать положенных углов подъема и углов троса, допускать грубых резких движений рулями и летать в слишком порывистый ветер.

## РАЗЛИЧНЫЕ СПОСОБЫ НАБОРА ВЫСОТЫ

При обучении полетам на механическом старте набор высоты производится при сохранении постоянного угла подъема. Такой набор проще для обучающегося, который сохраняет угол подъема, ориентируясь по положению капота или хорды крыла относительно горизонта.

При наборе высоты с постоянным углом подъема, по мере набора высоты, вследствие непрерывного увеличения угла между направлением троса и направлением полета, скорость растет и увеличивает силы  $R_a$  и  $T$ , а это, следовательно, будет увеличивать перегрузку  $n$  и требуемую мощность лебедки  $N$ . Характер изменения сил, действующих на планер, виден на рис. 8.

Угол подъема в  $25^\circ$  считается предельно допустимым, так как в случае неожиданного ослабления троса сильно задраный планер очень быстро потеряет скорость, станет неуправляемым, и малейшее промедление с энергичным переводом его на угол планирования может окончиться тяжелой аварией.

Отцепку планера следует производить к моменту, когда угол троса по отношению к горизонту будет приближаться к  $45^\circ$ .

Можно значительно уменьшить возрастание перегрузки у планера и потребной мощности у лебедки, если производить набор высоты, сохраняя постоянный угол между тросом и направлением полета  $\varphi$ . Угол сохраняется автоматически, если пилот выдерживает по прибору скорость полета постоянной, так как пилоту по мере набора высоты приходится непрерывно уменьшать угол подъема. Характер изменения сил при таком способе подъема показан на рис. 9.

Попытки увеличить высоту за счет задержки отцепки, т. е. за счет превышения положенных  $45^\circ$  угла троса, а также за счет превышения положенных  $25^\circ$  угла подъема  $\theta$ , связаны с недопустимой перегрузкой. Да и высоты удастся набрать при этом очень немного.

Увеличения высоты можно добиться, увеличивая длину троса. Из подобия треугольников  $ABB$  и  $AGD$  (рис. 10) видно, что набранная высота  $H$  будет больше набравшейся на

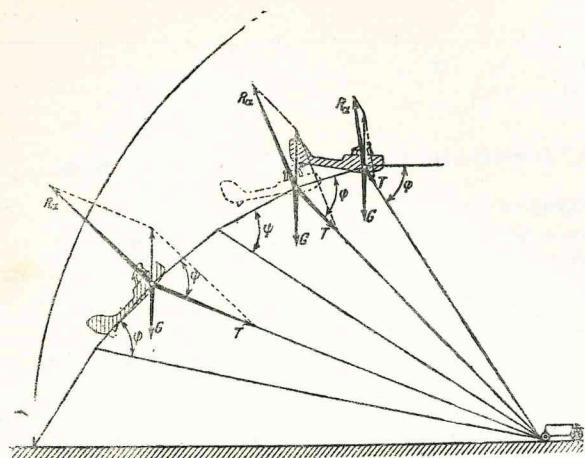


Рис. 9

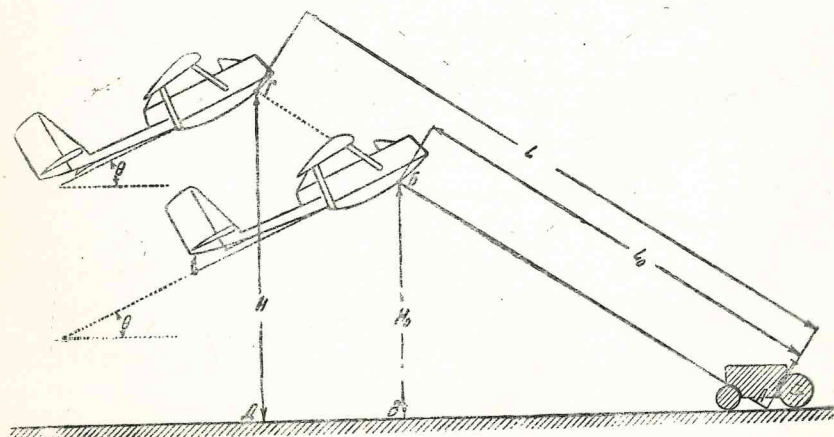


Рис. 10

коротком тросе во столько раз, во сколько новая длина  $L$  будет больше первоначальной длины  $L_0$ .

$$\frac{H}{H_0} = \frac{L}{L_0}.$$

Но нужно иметь в виду, что чрезмерно большое увеличение длины троса увеличивает его вес и лобовое сопротивление, что приводит к сильному его провисанию, ограничивающему набираемую высоту.

Значительно увеличивается набор высоты при увеличении скорости встречного ветра. Чем больше скорость ветра, тем медленнее приходится наматывать трос и тем выше успевает забраться планер.

При скорости ветра, равной крейсерской скорости планера, трос наматывать не потребуется, планер будет взлетать, как змей и, используя всю длину троса, наберет максимальную высоту (рис. 11).

### ПОДСЧЕТ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ПЛАНЕР

В этом разделе сжато дается математическое обоснование, на основе которого сделаны выводы, описанные в предыдущих разделах.

Проработка этого раздела для лиц, желающих летать на автостарте, не является обязательной. Но инструкторам и руководителям полетов знание этой главы безусловно необходимо. Во всех рассуждениях нами принято, что трос прямой, поэтому при очень значительном провисании в наши выводы необходимо вводить поправки.

Рассмотрим схему сил, действующих на планер при установившемся подъеме (рис. 12).

Выделим треугольник  $ABV$ , у которого по построению и из геометрических соотношений видно, что:

$$\begin{aligned} AB &= \Phi = G & \angle B &= \angle (K + \theta) \\ AB &= T & \angle A &= \angle (90 + \varphi) \\ BV &= R_x & \angle B &= \angle (90 - \varphi - K - \theta) \end{aligned}$$

$K$  — угол качества.

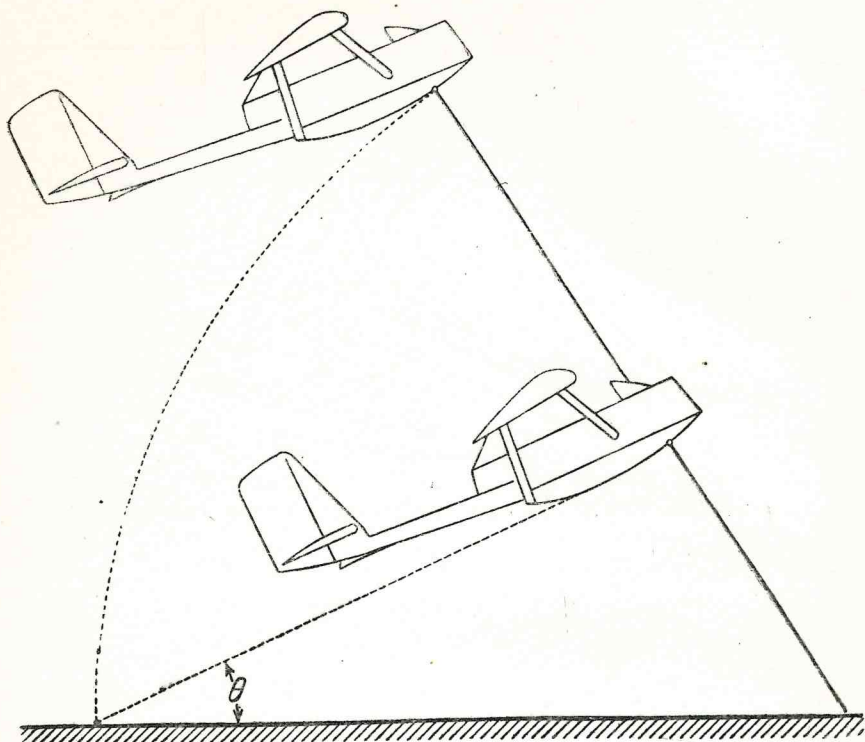


Рис. 11

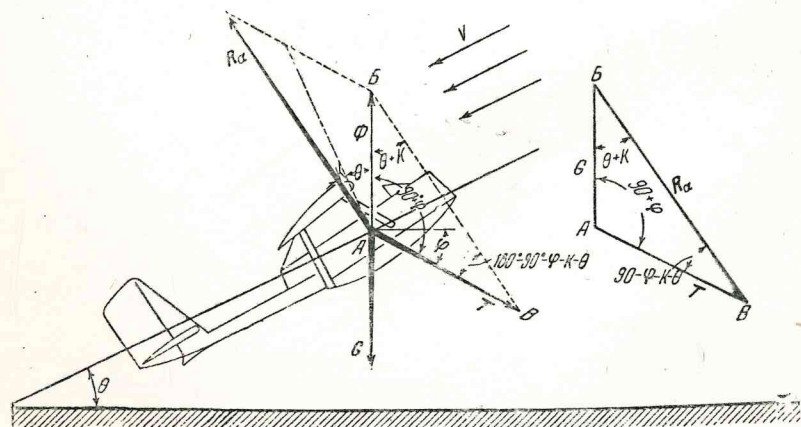


Рис. 12

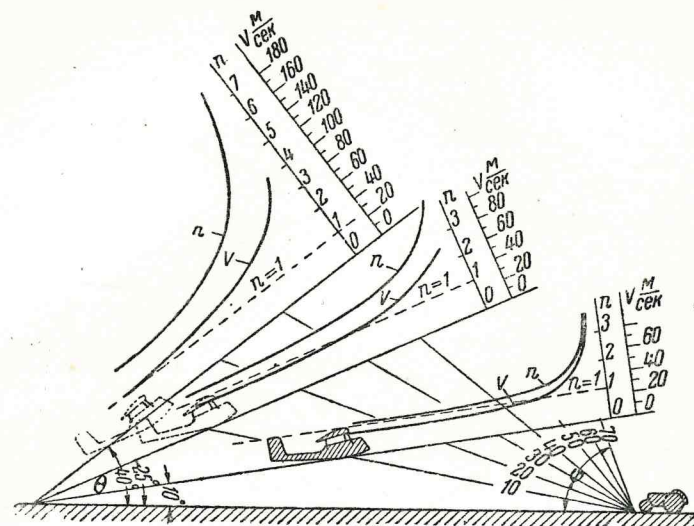


Рис. 13

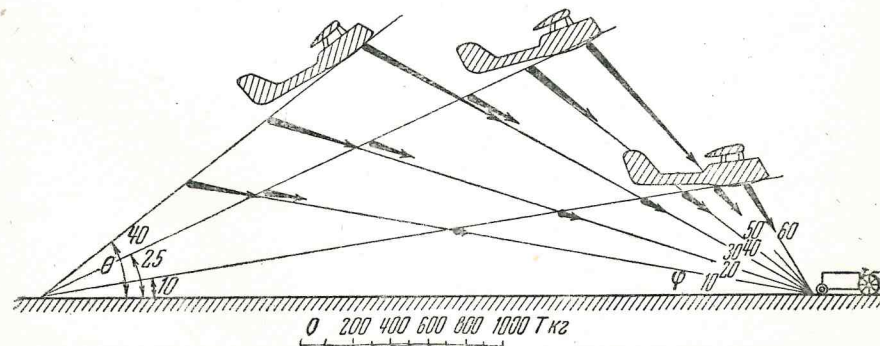


Рис. 14

Решая этот треугольник сил по теореме синусов, найдем необходимые для равновесия величины сил  $R_x$  и  $T$  в зависимости от величины сил веса  $G$  и величин угла подъема  $\theta$  угла троса  $\varphi$  и угла качества  $K$ .

$$R_x = \frac{G \sin (90 + \varphi)}{\sin [90 - (\varphi + \theta + K)]} = \frac{G \cos \varphi}{\cos (\varphi + \theta + K)} \quad (1)$$

$$T = \frac{R_x \sin (\theta + K)}{\sin (90 + \varphi)} = \frac{G \cos \varphi}{\cos (\varphi + \theta + K)} \cdot \frac{\sin (\theta + K)}{\cos \varphi} = \frac{G \sin (\theta + K)}{\cos (\varphi + \theta + K)} \quad (2)$$

Считая постоянным  $G$  и  $K$  и изменяя угол  $\varphi$ , мы можем найти значения  $R_x$  и  $T$  для заданного угла подъема. На рис. 14 приведены подсчитанные по формуле (2) значения  $T$  для различных углов  $\varphi$  для углов подъема 10—25° и 40°. Принято:  $G = 316 \text{ кг}$ ;  $K = 5^\circ$ .

О величине полной аэродинамической силы удобнее судить по перегрузке.

Найдем выражение перегрузки. На летных углах атаки направление  $R_x$  от перпендикуляра к плоскости хорд отличается не более, как на 10—15°, поэтому с погрешностью, не превышающей 5%, можно считать, что число, показывающее, во сколько раз сила  $R_x$  больше силы веса  $G$ , является перегрузкой в направлении вертикальной оси планера.

$$\frac{Y}{G} \approx \frac{R_x}{G} = n_y.$$

Подставив значение величины  $R_x$ , мы получим выражение перегрузки для установившегося подъема в зависимости от угла подъема  $\theta$ , угла троса  $\varphi$  и от угла качества  $K$ . Заметим, что это будет минимальная перегрузка. Фактически же величина перегрузки может оказаться больше этой величины из-за грубого резкого пилотирования, из-за порывов ветра и рывков, создаваемых лебедкой.

$$n = \frac{R_x}{G} = \frac{G \cos \varphi}{\cos (\varphi + \theta + K)} \cdot \frac{1}{G} = \frac{\cos \varphi}{\cos (\varphi + \theta + K)} \quad (3)$$

Задаваясь значениями угла троса  $\varphi$ , можно для каждого угла подъема  $\theta$  найти значение перегрузки. На рис. 13 приведены значения  $n$  для различных  $\varphi$  и для  $\theta = 10$ —25° и 45°, подсчитанные по формуле (3).

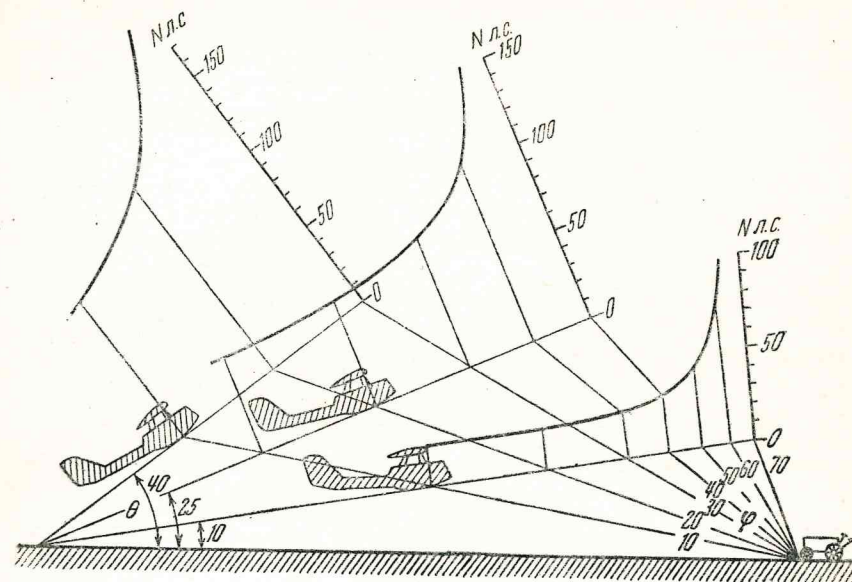


Рис. 15

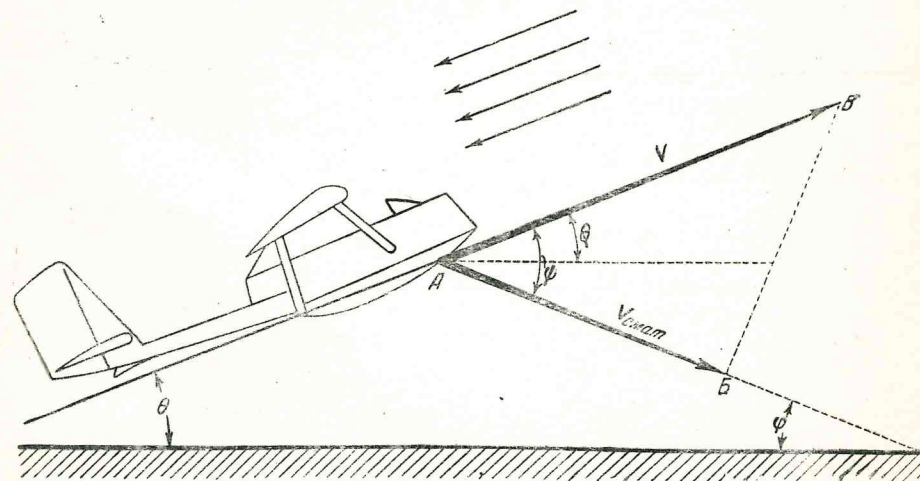


Рис. 16

Найдем выражение мощности лебедки  $N$ , потребной при установившемся подъеме:

$$N = V_{\text{смат}} T = V_{\text{смат}} \frac{G \sin(\theta + K)}{\cos(\varphi + \theta + K)} \quad (4)$$

При штиле скорость сматывания  $V_{\text{смат}}$  наибольшая, поэтому и мощность будет наибольшая. Увеличение скорости встречного ветра уменьшает потребную скорость сматывания и уменьшает потребную мощность лебедки. На рис. 15 приведены величины потребных мощностей в зависимости от углов  $\varphi$  и  $\theta$  при безветрии, подсчитанные по формуле (4) для планера А-2.

Найдем выражение, показывающее зависимость скорости полета от угла  $\psi$ . На рис. 16 видно, что фигура  $ABB$  состоит из прямых  $AB$  и  $AB$  и дуги  $BB$ . Будем рассматривать изменения, происходящие за бесконечно малый промежуток времени, тогда длина намотанного троса явится величиной несравнимо малой относительно полной длины троса, и отрезок дуги  $BB$  по сравнению с ее радиусом также является величиной несравнимо малой. Это позволяет элементарный отрезок дуги  $BB$  принять за прямую, перпендикулярную к прямой  $AB$  (рис. 6 и 16), а фигуру  $ABB$  принять за прямоугольный треугольник, где:

$$\begin{aligned} AB &= V_{\text{смат}} \\ AB &= V_{\text{полета}} \\ L_{BAB} &= L_{\psi} = L_{(\theta + \varphi)}. \end{aligned}$$

Решая треугольник, найдем величину скорости полета для каждого момента времени в зависимости от скорости наматывания  $V_{\text{смат}}$  и угла между направлением троса и направлением полета  $\psi$ , соответствующих данному моменту времени.

$$V = \frac{V_{\text{смат}}}{\cos \psi} = \frac{V_{\text{смат}}}{\cos(\theta + \varphi)} \quad (5)$$

На рис. 13 приведены значения скорости  $V$  для различных углов троса  $\varphi$  и различных углов подъема  $\theta$ , подсчитанные по формуле (5).

Как видно характер изменения перегрузки  $n$  совершенно аналогичен изменению скорости  $V$ .

Таковы основные положения, знание которых позволит обучающимся сознательно оценивать явления, происходящие при взлете с механизированного старта.

## ГЛАВА II

### АВТОСТАРТ

#### СУЩНОСТЬ АВТОСТАРТА

Первым видом механизации запуска планеров в воздух явился разгон их посредством буксировки автомобилем или мотоциклом.

Там, где имеются большие аэродромы или местность с достаточно ровной поверхностью больших размеров, можно буксировать планеры наиболее простым способом, без особого оборудования.

К мотоциклу или к легковой машине прикрепляется буксировочный замок. Распускается трос, в концы которого вплетены стандартные кольца. Один конец зацепляется за буксировщик, а другой — за замок планера.

После этого шофер буксировщика на первой скорости на малом газу выбирает слабинку троса, а затем, получив сигнал «буксируй», в зависимости от силы ветра, мощности двигателя и покрова почвы, включает вторую или третью скорость. Когда планер взлетит, можно еще больше увеличить скорость буксирования.

При запуске планера мотоциклом планер на взлете несколько поднимает заднее колесо мотоцикла. Поэтому на багажник нужно укрепить груз или посадить второго человека, так как иначе колесо будет пробуксовывать.

Однако, вследствие ограниченности размеров многих аэродромов, наши планеристы вскоре пришли к выводу, что удобнее использовать для буксировки соответственно приспособленную неподвижную автомашину. Так и был создан автостарт.

При автостарте на одном конце аэродрома или площадки размером не менее  $800 \times 800$  м ставится автомашина, а на другом конце — планер. Поднимается задний мост машины, и на одно колесо укрепляется барабан, а второе колесо затормаживается. Трос разматывается по направлению к пла-

неру и зацепляется за его замок. Механик включает сцепление, барабан начинает вращаться и наматывает трос, планер приобретает скорость и взлетает. Взлет происходит по крутой траектории, и для подъема на высоту 300 м требуется не более 30—35 секунд.

## ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ АВТОСТАРТА

Для оборудования автостарта необходимо иметь следующее имущество:

- 1) автомашину (ГАЗ-АА или равноценную),
- 2) барабан для наматывания троса,
- 3) ограничитель троса,
- 4) буксировочный трос.

Для использования в целях буксировки автомашина должна быть оборудована барабаном и ограничителем. Барабан устанавливается вместо заднего внешнего правого колеса, а ограничитель на задний борт кузова (рис. 17).

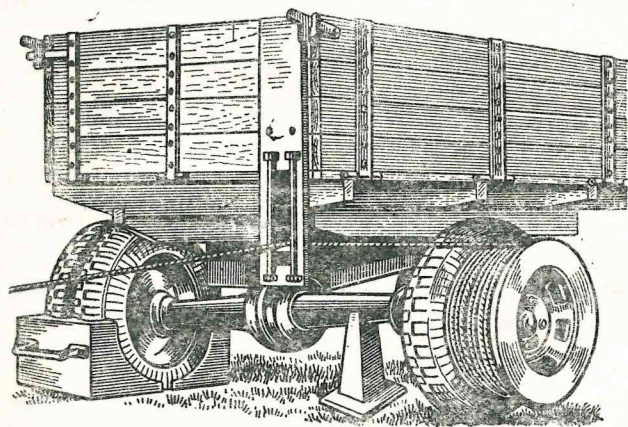


Рис. 17

При установке барабана необходимо поднять задний мост автомашины и подставить под правую полуось специальный козлос. Чтобы при подъеме домкратом автомашина не смещалась, под ее левое заднее колесо подставляются тормоз-

ные колодки (рис. 18). Кроме того, левое колесо прочно тормозится ручным тормозом, тяга которого предварительно отсоединяется от тормозного барабана правого колеса (правое колесо с барабаном можно при необходимости тормозить ножным тормозом).

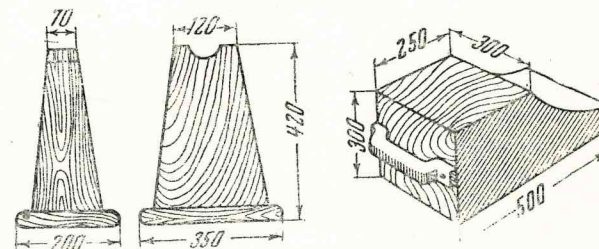


Рис. 18

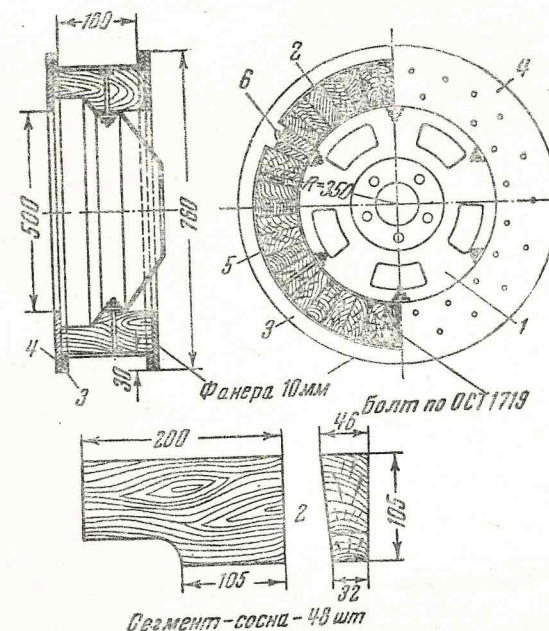


Рис. 19

Через каждые 10—15 летних дней следует обязательно менять сторону установки барабана. Это делается для того, чтобы износ шестеренок дифференциала автомашины происходил равномерно.

Устройство барабана. Буксировочные барабаны для автомашины могут быть деревянные или металлические. Деревянный барабан (рис. 19) монтируется на диске колеса 1 и состоит из набора 48 деревянных сегментов 2, из которых четыре или шесть крепятся болтами к реборде диска, а остальные посажены на казеиновом клею. К сегментам с обеих сторон крепятся на клею и шурупах фанерные борты 3, 4. Поверхность барабана между бортами можно обить дюралем или листовым железом 5. Один из четырех болтов, крепящих сегменты к реборде диска, имеет головку в форме крючка с приваренной на 15 мм ниже головки крючка круглой шайбой.

Этот болт 6 служит для зацепления кольца буксировочного троса и позволяет ему после полной его размотки свободно соскакивать с барабана. Он должен быть утоплен в тело и не выступать над поверхностью барабана. Загиб крючка должен быть направлен по вращению барабана.

Углубление в сегменте и радиус загиба головки болта должны быть таковы, чтобы при обратном ходе барабана конец буксировочного троса легко освобождался. Это особенно важно на случай заклинивания замка планера.

Металлический барабан весьма прост в изготовлении и эксплуатации. Изготавливается он так: из 2,5-мм стали делается прямоугольник (рис. 20), который сворачивается в цилиндр и заваривается в стыке. Из этого же материала вырезаются два кольца, которые надеваются на края цилиндра и привариваются к нему. Для того, чтобы буксировочный трос во время полета не соскочил за борта барабана, кольца необходимо несколько отогнуть во внешние стороны.

После сварки в барабане прорезается окно с зацепным крючком, который не должен загибаться больше, чем по окружности барабана и должен быть направлен своей вершиной по ходу барабана.

Готовый барабан надевается на диск колеса автомашины и приваривается к нему или укрепляется на четырех болтах, расположенных в шахматном порядке.

Ограничитель троса. Для того, чтобы буксировочный трос при наматывании не мог соскочить с быстро вращающегося барабана, служит специальный ограничитель.

Ограничитель представляет собой металлическую раму, окно которой направляет выбираемый буксировочный трос на барабан. Для уменьшения трения троса о края окна на нижней и боковых сторонах его устанавливаются металлические валики, вращающиеся на шариковых подшипниках. Описание изготовления ограничителя и его чертежи даны ниже, в главе «Тракторостарт».

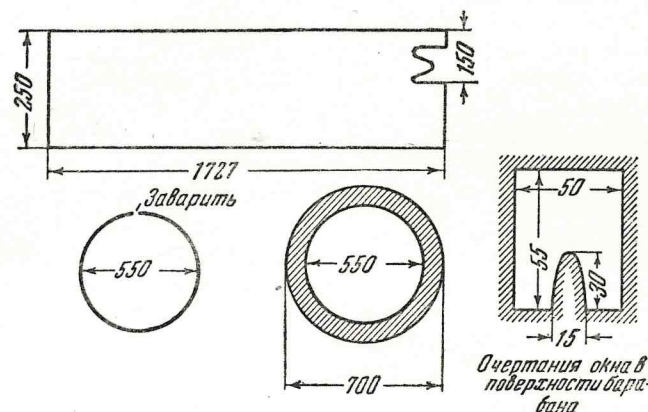


Рис. 20

Ограничитель укрепляется на заднем борту автомашины, против барабана. Для крепления ограничителя к автомашине угольники, образующие боковые стороны ограничителя, удлиняются до 1200 мм и прикрепляются болтами к борту автомашины. Для облегчения конструкции ограничитель можно монтировать на деревянной раме и уже эту последнюю крепить к борту машины.

Деревянная рама изготавливается из двух брусков размером 25×35×1200 мм, между которыми на клею вставляются три деревянные бобышки длиной 130 мм.

Верхняя и средняя бобышки широкие — 25×100 мм, а нижняя — 25×35 мм. Средняя бобышка ставится на расстоянии 600 мм от нижнего конца ограничителя. Верхняя часть рамы с двух сторон оклеивается фанерой и служит для закрепления ограничителя на борту автомашины. Поэтому верхняя и нижняя бобышки должны приходиться против верхней и нижней досок борта автомашины, к которым собранный ограничитель и прикрепляется болтами.

С этой целью в ограничителе и заднем борту автомашины просверливаются отверстия для 2—4 болтов. Устройство деревянной рамы показано на рис. 21: 1 — боковые бруски; 2 — верхняя и средняя бобышки; 3 — нижняя бобышка; 4 — фа-

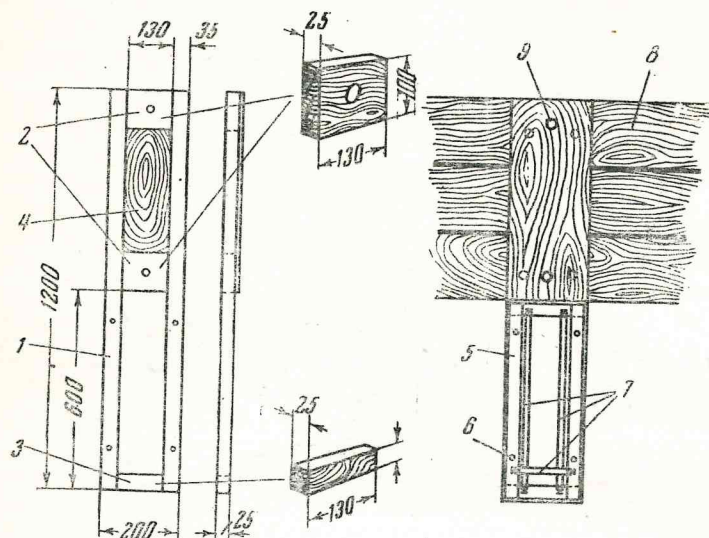


Рис. 21

нерная обшивка; 5 — металлический ограничитель; 6 — болты, закрепляющие ограничитель на раме; 7 — валики; 8 — борт автомашины; 9 — болты, прикрепляющие ограничитель к борту автомашины.

### ТАРИРОВКА АВТОСТАРТА

При производстве полетов с механизированного старта весьма большое значение имеет правильный расчет скорости выбирания троса.

Для этого перед совершением полетов необходимо автомашину тщательно оттарировать. Сделать это можно двумя способами.

Первый способ. После установки барабана на автомашину разматывают трос, к концу которого прикрепляют ка-

кой-либо груз, чтобы предотвратить образование колец и скакивание троса с барабана при работе.

Посредине троса прочно привязывают два белых или красных вымпела на расстоянии ровно 100 м один от другого. Условившись о скорости выбирания тросов по спидометру (например, 20 км/час), пускают в ход автомашину. Отсчет секунд начинают, когда первый вымпел сравняется с ограничителем, и продолжают до момента прохода через ограничитель второго вымпела.

Длину троса от первого вымпела до второго, т. е. 100 м делят на число отсчитанных секунд (например, 10); полученный результат определяет скорость выбора буксировочного троса, выраженную в м/сек. В данном примере она равна:  $100 : 10 = 10$  м/сек. Переведя метры в секунду в километры в час, получаем скорость выбирания буксировочного троса на барабан:  $10 \times 3,6$  км/час, т. е. при показании спидометра 20 км/час в данном случае фактическая скорость выбирания троса будет 36 км.

Такую тарировку необходимо произвести для скоростей по спидометру 30, 40, 50 км/час.

Второй способ. Непосредственно к барабану автомашины присоединяют выверенный счетчик оборотов. Вращая барабан со скоростью 30 км/час по спидометру, измеряют счетчиком число оборотов в минуту. Полученный результат, например, 400 об/мин, делят на 60, чтобы узнать число оборотов барабана в секунду. В данном примере это будет:  $400 : 60 = 6,6$  об/сек.

Теперь узнаем, сколько метров троса выбирает барабан за один оборот. Это вычисление производят по формуле измерения длины окружности ( $D \cdot \pi$ ), т. е. умножают диаметр на коэффициент 3,14.

Так как металлический барабан для установки на автомашине имеет диаметр 550 мм, то при подставлении в формулу цифровых величин получаем:  $550 \times 3,14 = 1727$  мм, или округленно 1,7 м за один оборот барабана.

Барабан в одну секунду совершает 6,6 оборота, следовательно, за одну секунду он выберет:  $6,6 \times 1,7 = 11$  м троса. Переведя м/сек в км/час, получим:  $11 \times 3,6 = 39,6$  км/час.

Соответственно, при деревянном барабане диаметром 700 мм мы получим:  $700 \times 3,14 = 2198$  мм, или округленно 2,2 м. При 6,6 оборотах в секунду барабан выберет 14,5 м троса, т. е. 52 км/час.

## ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОСТАРТА

Перед полетами все агрегаты автостарта должны быть проверены. Проверка производится также во время перерывов в течение летного дня. Необходимо твердо помнить, что даже незначительная неисправность одного из агрегатов может привести к летным происшествиям. Поэтому при неисправности любого из перечисленных ниже агрегатов автостарта полеты должны быть запрещены впредь до их устранения.

При проверке автостарта необходимо убедиться в исправности работы мотора, сцепления, спидометров, ножного и ручного тормозов.

После установки автомашины на старте надо проверить, разъединена ли тяга ручного тормоза с задним колесом, на котором смонтирован барабан, прочно ли стоит козелок и плотно ли поставлены под колесо тормозные колодки.

При осмотре деревянного барабана следует проверить, не отстали ли борта, нет ли между ними и сегментами щелей, исправлен ли зацепной крючок буксировочного троса, который должен быть направлен по вращению барабана.

После установки барабана на автомашину необходимо убедиться, что гайки, крепящие барабаны к колесу, затянуты и что барабан не касается бортами земли.

При осмотре металлического барабана нужно убедиться, не разошлись ли швы цилиндра или бортов, не отогнулись ли борта слишком далеко во внешнюю сторону, плотно ли затянуты болты, крепящие барабан к колесу.

При осмотре ограничителя следует проверить плотность крепления деревянной рамы к борту автомашины, смазаны ли трущиеся части ограничителя тавотом; валики должны легко вращаться. Нужно следить за тем, чтобы в подшипник не попал песок, не допускать износа валиков в одном месте. Износ продольных валиков регулируется путем передвижения поперечного валика.

## ГЛАВА III ТРАКТОРОСТАРТ

Наиболее распространенным в практике советских планеристов видом механизации старта планеров является запуск их при помощи трактора. Трактор прост и экономичен в эксплуатации, а находящееся на нем буксировочное оборудование не мешает использовать его на других работах.

Высота взлета, могущая быть достигнутой с тракторостарта, позволяет производить учебные и парящие полеты.

В качестве основного агрегата для производства учебных, тренировочных и парящих полетов могут быть использованы тракторы ХТЗ или СТЗ.

### ОБОРУДОВАНИЕ ТРАКТОРОСТАРТА

Тракторы, предназначенные для буксировки планеров, должны быть оборудованы барабаном, тормозом для барабана, тахометром или счетчиком оборотов барабана и ограничителем троса.

Барабан монтируется на шкив трактора. Колодочный тормоз монтируется на фланце картера и внутренней части шкива. Ленточный тормоз монтируется на барабане со стороны трактора.

Тахометр устанавливается с левой стороны трактора на передаточном валу, на котором насажен барабан со шкивом, и крепится к керосиновому баку так, чтобы его хорошо было видно трактористу.

Ограничитель крепится верхней частью к кронштейну фары; средняя часть ограничителя при помощи кронштейна укрепляется к раме мотора.

При приобретении трактора необходимо убедиться в наличии у него передачи (трансмиссии) и шкива, без которых использовать его для буксировки планеров невозможно. Шкив

должен находиться на передаточном валу с правой стороны средней части трактора.

Барабан служит для выбирания буксировочного троса и изготавливается собственными силами.

Способ изготовления барабана следующий (рис. 22): из листовой 2,5-мм стали вырезается прямоугольник 1, кото-

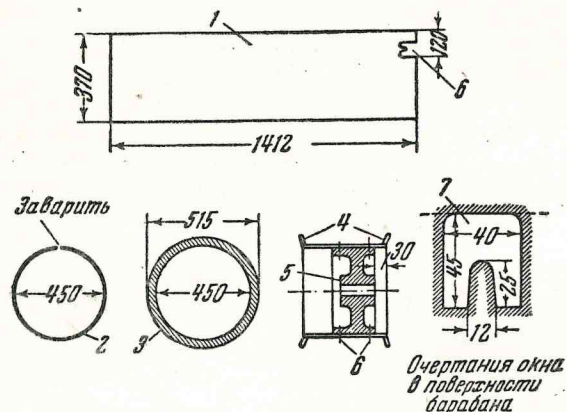


Рис. 22

рый сворачивается в цилиндр 2 и заваривается в стыке; из той же стали вырезаются два кольца 3, которые надеваются на края цилиндра и привариваются к его станкам.

После приварки к цилиндру кольца отжимаются во внешнюю сторону, образуя таким образом наклонные борта барабана 4. При изготовлении барабана с применением ленточного тормоза левый борт, обращенный к трактору, приваривается не у края барабана, а на 48—50 мм отступя от него. Готовый барабан надевается на шкив трактора 5 в горячем состоянии так, чтобы обращенная к трактору сторона барабана выступала от ребра шкива на 40 мм.

Барабан закрепляется на шкиве четырьмя болтами 6 в шахматном порядке. Головки болтов не должны выступать над поверхностью барабана; для этого в поверхности барабана предварительно делаются раззенковки или вмятины глубиной по головке болта.

Приспособление для зацепки кольца буксировочного троса и быстрого его освобождения после полной размотки делается следующим образом: в прямоугольнике, еще до его

стигания в цилиндр, делается вырез, в результате чего, после его свертывания в цилиндр и сварки, в стыке образуется окно с зацепным крючком 7.

Чтобы при полной размотке буксировочного троса с барабана не могло произойти заедания, зацепной крючок не должен загibasъ более, чем по окружности цилиндра. Края

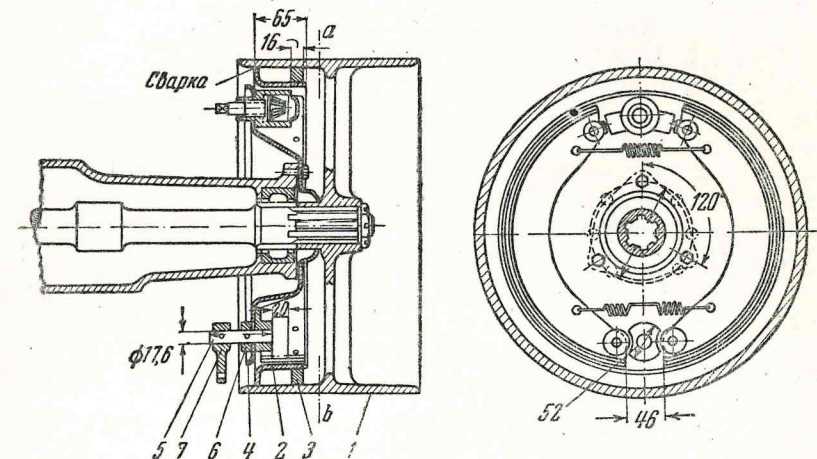


Рис. 23

окна и зацепной крючок должны быть направлены своей вершиной по ходу барабана.

Автоматический колодочный тормоз. При полетах с тракторостарта, после отцепки троса от планера, барабан трактора продолжает вращаться с огромной скоростью. Освобожденный от тяги трос быстро спутывается и рвется, при этом тракторист подвергается опасности быть захлестнутым концом оборванного троса.

Для того, чтобы избежать этого, шкив трактора необходимо обязательно оборудовать тормозом. Для изготовления тормоза можно использовать передний или задний тормоз от автомашины ГАЗ-АА, переделав его следующим образом (рис. 23).

Во внутреннюю часть шкива 1 трактора ХТЗ или СТЗ вставляется тормозной барабан 2 от автомашины ГАЗ-АА, обрезанный со стороны фланца до размера 6,5 мм. Для прочности крепления и лучшей центрации тормозного барабана

между внутренней частью шкива 1 и тормозным барабаном 2 плотно вставляется стальное кольцо 3. На это кольцо надевается отрезанное кольцо тормозного барабана 2, и все это приваривается, как указано на чертеже.

Для тормозных колодок используются колодки переднего или заднего тормоза автомашины ГАЗ-АА в сборе со щитком 4, в который надо внести следующие изменения:

1) существующие отверстия для крепления щитка не используются. Вместо них на новых местах просверливаются три отверстия диаметром 11 мм, которые размечаются по окружности диаметром 136 мм по фланцу картера трактора, как указано на чертеже;

2) направляющий палец разжимного клина и сам разжимной клин переднего тормоза снимаются, в кронштейне разжимного клина рассверливается отверстие до диаметра 17,6—17,7 мм. В это отверстие вставляется вновь изготовленный разжимной валик 5, который предохраняется от продольного перемещения стопорным кольцом 6. Для разжима колодок на конце разжимного валика 5 насаживается рычажок 7, соединяемый с тормозными тягами;

3) щиток переднего тормоза 4 обрезается до наружного диаметра — 360 мм.

Колодочный тормоз может работать как ручной и как автоматический. Лучше делать его автоматическим; для этого рычажок 7 нужно соединить посредством тяги с педалью конуса трактора. Его действие таково: когда конус включен, тормоз не работает; как только тракторист выключит сцепление, тормоз автоматически затормозит барабан.

Ленточный тормоз устанавливается на наружной поверхности барабана со стороны, обращенной к трактору.

Изготовление ленточного тормоза и его установка производятся следующим образом (рис. 24).

Тормозной барабан 1, укрепляемый на шкиве трактора 2, имеет борты 3, служащие для ограничения ширины поверхности наматывания троса, и один дополнительный бортик 4 с меньшим наружным диаметром, служащий для направления тормозной ленты 5. Тормозная лента изготавливается из стали марки 1045—1050 толщиной 3 мм и шириной 40 мм. Расстояние между бортами 3 и 4, служащими с этой стороны для предохранения от перемещения тормозной ленты, должно быть не менее 45 мм. Концы тормозной ленты загибаются в виде ушков, которые служат для ее крепления с помощью пальцев 6 к тормозному рычагу 7.

Тормозной рычаг 7, изготавливаемый из стали марки 1020—1030, свободно надевается на ось тормозного рычага 9; излишнему горизонтальному его перемещению препятствует установочное кольцо 8.

Тормозная ось 9, служащая опорой тормозного рычага 7, прочно прикрепляется гайкой к глухому подшипнику 10, ус-

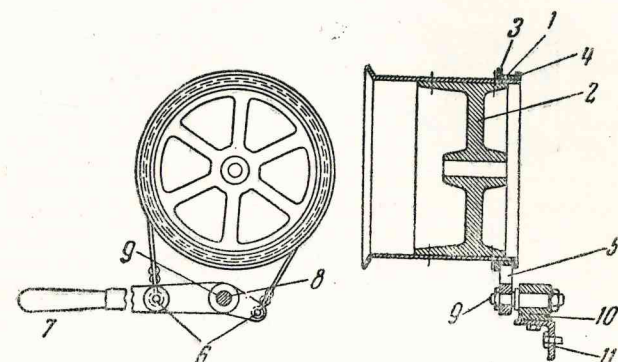


Рис. 24

танавливаемому на кронштейне 1. Кронштейн делается из углового железа и укрепляется на раме трактора с таким расчетом, чтобы тормозная лента 5 не задевала при вращении барабана за кольца 3 и 4, не имела бы перекоса и при нажатии вниз тормозного рычага всей своей нижней поверхностью плотно прилегала бы к поверхности барабана, создавая тем самым необходимое торможение.

Тахометр. Чтобы знать, сколько оборотов в минуту дает шкив трактора и скорость наматывания троса на барабан, трактор оборудуется применяемым на самолетах тахометром с гибким валом завода «Авиаприбор».

Тахометр приспособливается к трактору следующим образом (рис. 25).

В центре вала передачи к шкиву трактора высверливается отверстие диаметром 8,6 мм, и метчиком М-10×1 нарезается нормальная правая резьба.

В глухом фланце корпуса передачи 2, против центра вала передачи 1, высверливается отверстие диаметром 10,2 мм и метчиком М-12×1,25 нарезается насквозь нормальная резьба.

В собранном таким образом виде гибкий вал пропускается через глухой фланец корпуса передачи 2, штуцер 3 плотно ввертывается в отверстие, нарезанное в центре вала переда-



При вращении вала передачи 1 вместе с ним вращается и штуцер 3, в котором плотно зажат конец гибкого вала тахометра 6.

Другой конец гибкого вала укрепляется на валике тахометра и передает на него число оборотов, которое делает вал передачи трактора.

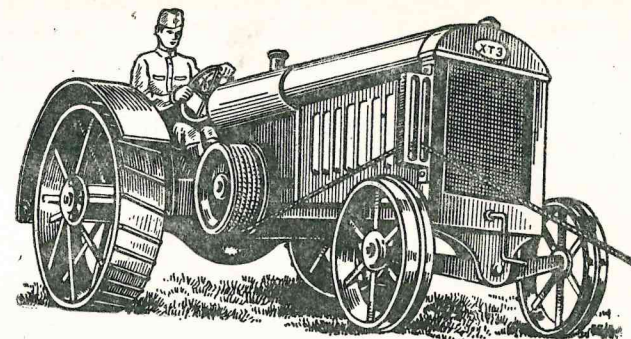


Рис. 26

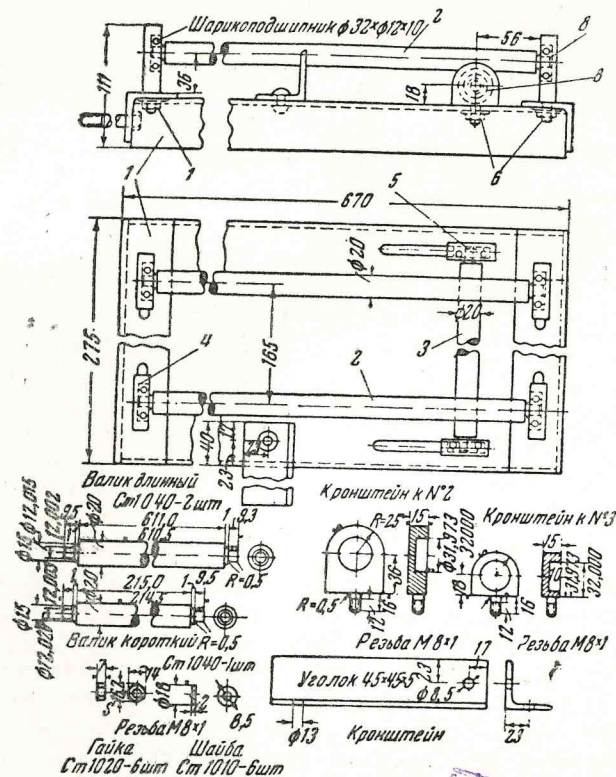


Рис. 27

Тахометр укрепляется на тракторе в таком положении, которое позволяет трактористу удобно наблюдать во время работы за его показаниями. Таким же образом устанавливаются и счетчики оборотов другого образца.

**Ограничитель троса.** Ограничитель троса служит для направления буксировочного троса на барабан и для предупреждения соскакивания троса при буксировке трактором планера (рис. 26).

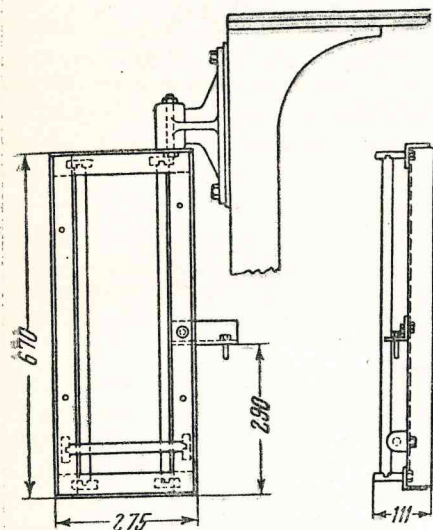


Рис. 28

Ограничитель является обязательной частью оборудования тракторостарта. От его исправности зависят безопасность полетов и сохранность буксировочного троса, так как, проходя через ограничитель, трос не трется, а катится по валикам. Через валики ограничителя должны легко проходить узлы троса или зацепленная тросом трава.

Способ изготовления ограничителя следующий (рис. 27).

Металлическая рамка 1 изготавливается при помощи сварки из углового железа (профиля  $45 \times 45 \times 5$  мм).

В рамке делается шесть продолговатых прорезов, из которых четыре служат для крепления кронштейнов 4 и два — для кронштейнов 5.

В кронштейнах имеются гнезда, в которые плотно вставляются шарикоподшипники 8 размером  $32 \times 12 \times 10$  мм, которые затем соединяются с валиками 2 и 3: кронштейны 4 соединяются с продольными валиками 2, а кронштейны 5 с поперечным валиком 3. Кронштейны в сборе с валиками вставляются в свои прорезы в рамке 1, подгоняются так, чтобы валики вращались в шарикоподшипниках совершенно легко и плотно, закрепляются гайкой 6 с подложенной под нее шайбой 7.

На рис. 28 показано крепление рамки к трактору.

## ТАРИРОВКА ТРАКТОРОСТАРТА

Для производства расчета скорости выбирания буксировочного троса необходима тщательная тарировка трактора, которая производится следующим образом.

Передаточный вал, на котором смонтирован барабан, соединяется (в левой стороне трактора) посредством специального приспособления с выверенным счетчиком оборотов или тахометром.

Зная диаметр барабана, можно высчитать, какую длину троса выбирает барабан за один или несколько оборотов, т. е. какова скорость выбирания троса при заданном числе оборотов по тахометру или счетчику, например, при 700 об/мин.

Так же, как это делалось при тарировке автостарта, умножаем диаметр барабана на 3,14 и получаем:  $450 \times 3,14 = 1413$  мм, или 1,413 м. Умножим полученный результат на число оборотов в минуту по тахометру, получим длину троса, выбираемого за одну минуту:  $1,413 \times 700 = 990$  м/мин.

Разделив этот результат на 60, узнаем, что барабан выбирает:  $990 : 60 = 16,5$  м/сек, что дает скорость:  $16,5 \times 3,6 = 59,4$  км/час.

На тракторах ХТЗ и СТЗ тахометр или счетчик оборотов соединен непосредственно с передаточным валом. Если тахометр имеет нормальное соотношение 1 : 1, то он будет показывать истинные обороты барабана. Если имеются приборы с соотношением 1 : 2, то показания прибора надо делить на два. Например, тахометр показывает 1400 об/мин;  $1400 : 2 = 700$  об/мин.

## ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОСТАРТА

Перед каждым полетным днем трактор и все оборудование тракторостарта должны быть обязательно осмотрены и проверены. При неисправности любой из перечисленных ниже деталей оборудования полеты с тракторостарта должны быть запрещены до полного устранения дефектов.

До начала полетов нужно:

1) осмотреть трактор, проверить инструмент, заправить трактор горючим и водой.

Проверить наружные крепления трактора: двигателя к раме, магнето, бака горючего, рулевой колонки, тяг рулевого управления, радиатора, вентилятора. Проверить натяжение ремня вентилятора, проверить тормоз трактора;

2) проверить крепление и шплинтовку шкива барабана, буксировочного троса, крепление направляющей рамки, состояние буксировочного кольца;

3) смазать трактор, долить свежего масла по верхний кранник;

4) осмотреть и промыть фильтр-отстойник горючего, проверить соединенные трубопроводов, ниппелей, системы питания;

5) после пуска двигателя отрегулировать и послушать его.

#### Во время работы (в перерывах между полетами):

1) проверить уровень масла в картере и уровень воды в радиаторе; при необходимости долить;

2) проверить состояние трактора, буксировочного троса и кольца; проверить крепление барабана и направляющей рамки.

#### По окончании полетов:

Произвести наружную очистку трактора, очистить от грязи и масла отдельные механизмы (магнето, карбюратор и др.).

При осмотре шкива убедиться в том, что он не имеет трещин или выкрошенных мест, а также радиального и осевого люфтов; особое внимание нужно уделить затяжке шкива на валу (гайка должна быть плотно завернута и зашплинтована).

При осмотре барабана проверить: не разошлись ли сварочные швы цилиндра или бортов; не отогнулись ли борты слишком далеко во внешнюю сторону; нормально ли загнут зацепной крючок буксировочного троса; плотно ли затянуты болты, крепящие барабан к шкиву.

При осмотре колодочного тормоза проверяется расстояние между колодками и тормозным барабаном (расстояние это должно быть не более 3 мм).

Нельзя допускать износа одной какой-либо стороны колодок, поэтому колодки нужно развести так, чтобы они зажимали тормозной барабан равномерно всей площадью. Во время буксировки планера трактором колодки не должны тереться о тормозный барабан. Нужно постоянно следить, чтобы на колодки тормоза не попадали масло или грязь.

При осмотре ленточного тормоза проверяется, не затормаживает ли лента барабан во время буксировки планеров и не перекашивается ли при торможении.

Угольник ленточного тормоза должен быть плотно привернут к трактору, болт, крепящий тормозную ленту к угольнику, плотно завернут. Между лентой и барабаном не должно быть масла и грязи.

У ограничителя должны быть хорошо смазаны тавотом трущиеся части, валики — легко вращаться.

Необходимо следить за тем, чтобы в подшипники не попадал песок и не изнашивались валики в одном месте; перестановкой или передвижкой поперечного валика вдоль рамки можно регулировать износ продольных валиков. Продольными валиками регулируется расстояние, нужное для прохождения троса; при желании это расстояние можно увеличивать или уменьшать.

При проверке исправности тахометра нужно проследить, не свернулась ли резьба наконечника гибкого валика, крепящегося у передаточного вала. Гибкий вал должен быть заключен в гибкий шланг.

Тахометр трактора должен быть исправен и сверен с показателем скорости на планере, например, если в штиль барабан трактора дает 770 об/мин, то указатель скорости планера должен показывать скорость 65 км/час.

Проверка работы трансмиссии трактора производится на слух. На третьей скорости прослушивается работа промежуточной передачи, дифференциала и передачи на шкив.

Передача на шкив проверяется путем определения руками бокового люфта (который не должен превышать 0,25 мм) и включением передачи и прослушивания работы пары конических шестерен.

Работа дифференциала также проверяется прослушиванием; при этом не должно быть повышенного шума шестерен.

## ГЛАВА IV ЭЛЕКТРОСТАРТ

### ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАРТА И ЕГО ОБОРУДОВАНИЕ

Электростартом называется такой вид механизированного старта, когда буксировка планера осуществляется электрической лебедкой.

Электростарт может применяться везде, где поблизости есть электросеть или имеется возможность ее подвести к месту буксировки планеров.

Устройство и эксплуатация электростарта дешевы и просты. Основным агрегатом его является электромотор любого типа мощностью порядка 30 кВт. Его можно смонтировать как на стационарной установке, так и на передвижной тележке.

Способов подводки электрокабеля для подключения к электромотору имеется много и все они зависят от местных условий. Если площадка, на которой будут производиться полеты с электростарта, имеет достаточные размеры, лучше всего подвести кабель к центру аэродрома, так как в этом случае можно будет производить полеты при любом направлении ветра. Если на этой же площадке производятся и полеты самолетов, то место выхода на поверхность надземной проводки электрокабеля закрывается плоским люком так, чтобы он не являлся препятствием для полетов.

Можно обвести кабель вокруг аэродрома и сделать несколько точек подключения, чтобы обеспечить возможность совершения полетов при любом направлении ветра. Можно также установить в противоположных концах взлетной площадки две точки подключения, а на случай изменения направления ветра иметь запасной кабель длиной 100—120 м, который переносится с электромотором в желаемом направлении. В месте, где ветры имеют постоянное направление, электромотор можно поставить на стационарной установке.

Если мотор асинхронный, то буксировку можно производить, регулируя число оборотов с помощью реостата. При

буксировке с реостатом барабан буксировочного троса должен иметь небольшой диаметр и небольшую ширину рабочей поверхности в начале выбирания троса с постепенным увеличением ее ширины по мере продолжения буксировки (рис. 29). Однако чаще приходится иметь дело с синхронным электромотором, имеющим постоянную скорость вращения. В этом

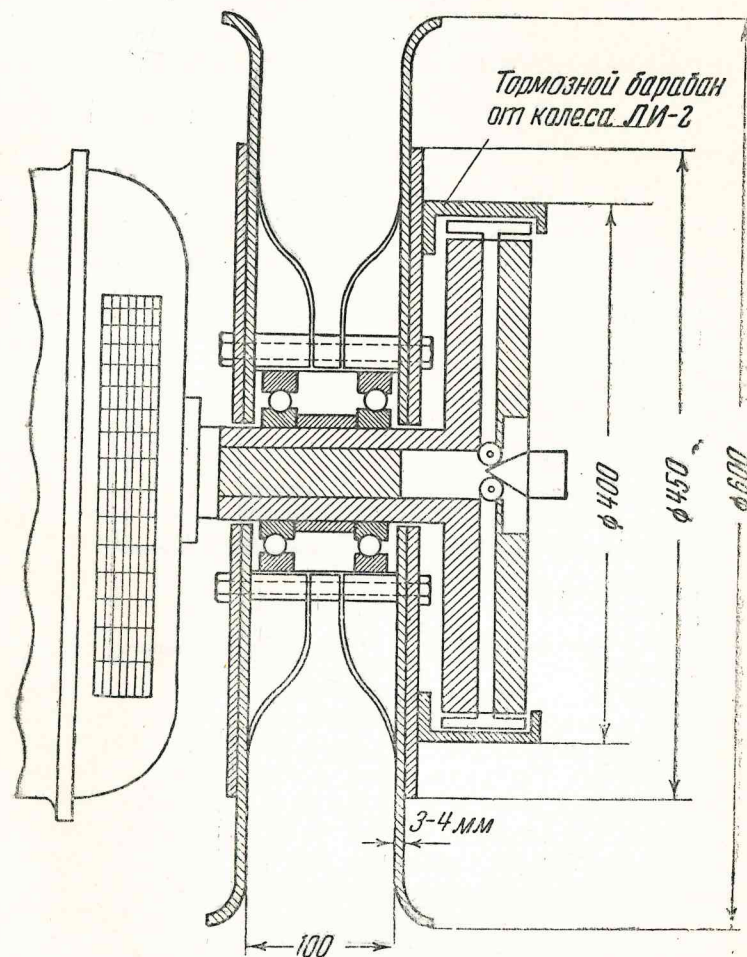


Рис. 29

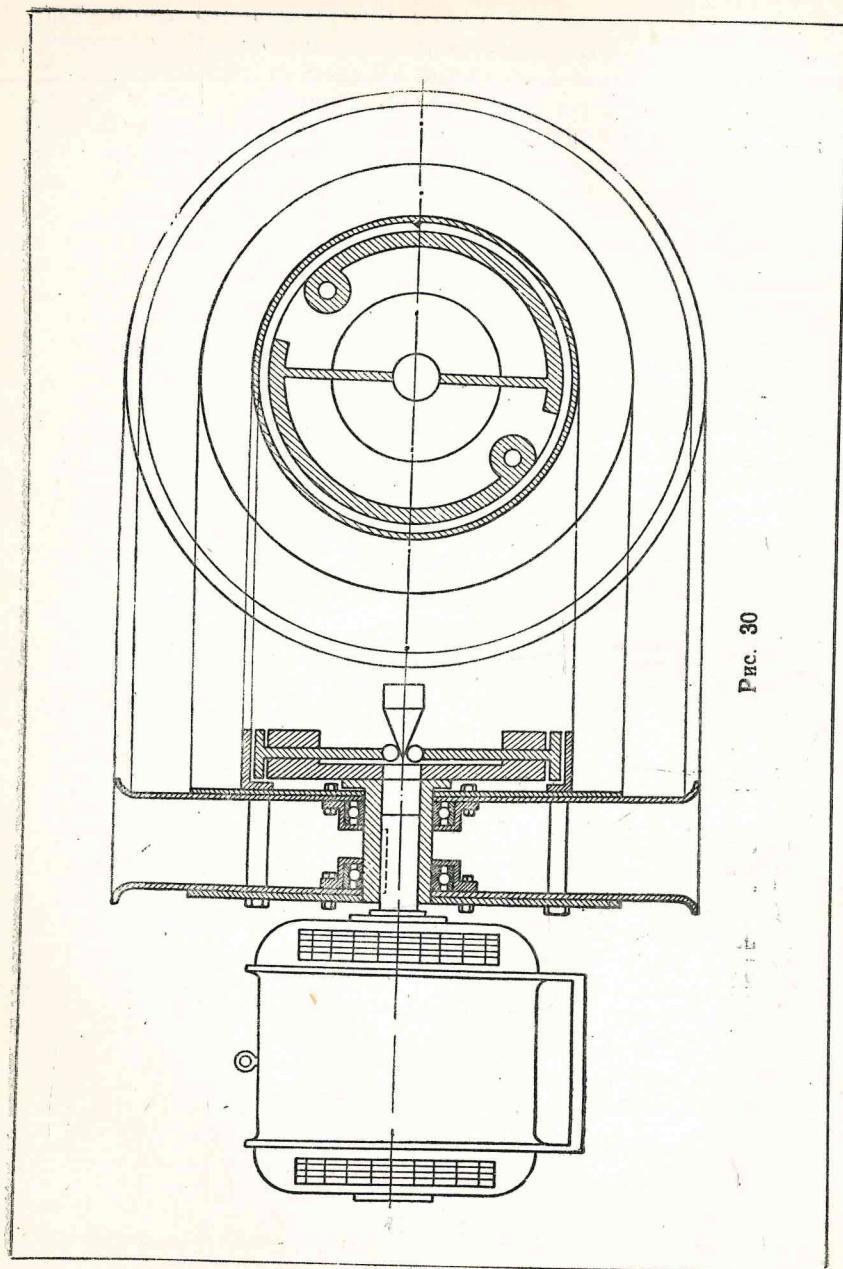


Рис. 30

случае связь барабана с мотором осуществляется сцеплением автомобильного типа. При буксировке таким мотором во избежание рывка следует сцепление включать очень плавно, тогда барабан, несколько пробуксовывая, начинает медленно выбирать трос. Когда слабина троса будет выбрана и планер тронется с места, сцепление включается полностью.

Ниже описывается электростарт конструкции К. В. Молоканкина, успешно применяющийся в одном из подмосковных аэроклубов и предназначенный для массового применения в планерных кружках и клубах, и дается описание более совершенной электролебедки, допускающей запуск любых типов планеров на высоту, позволяющую совершать парящие полеты.

В оборудование электростарта входит:

- 1) электромотор с рубильником,
- 2) барабан для буксировочного троса,
- 3) буксировочный трос,
- 4) механизм сцепления барабана с электромотором,
- 5) предохранительный щиток,
- 6) ограничитель троса,
- 7) парашют буксировочного троса,
- 8) ленточный тормоз,
- 9) телефонная и флажная сигнализация,
- 10) приспособление для подачи троса на старт.

Для производства учебных, тренировочных и экспериментальных полетов с помощью электростарта могут быть использованы обычные трехфазные электромоторы мощностью 20—30 кВт с сопротивлением обмоток порядка 960 ом (рис. 30).

Барабан в сборе с колодками сцепления монтируется на валу мотора, ленточный тормоз — на барабане с внешней стороны. Рубильник монтируется на электромоторе со стороны предохранительного кожуха в левой стороне. Ограничитель имеет такое же устройство, как у тракторостарта, и крепится к раме мотора.

Для получения необходимой скорости выбирания троса при использовании синхронных моторов с постоянным числом оборотов особенно важно подобрать соответствующий диаметр барабана. Барабан можно изготовить собственными силами (рис. 31).

Из листовой стали (железа) вырезаются четыре кольца 2, 3: два с внешним диаметром по 600—650 мм и два — по 400 мм; диаметр внутреннего отверстия этих колец должен быть равен внутреннему диаметру подшипника. В кольцах

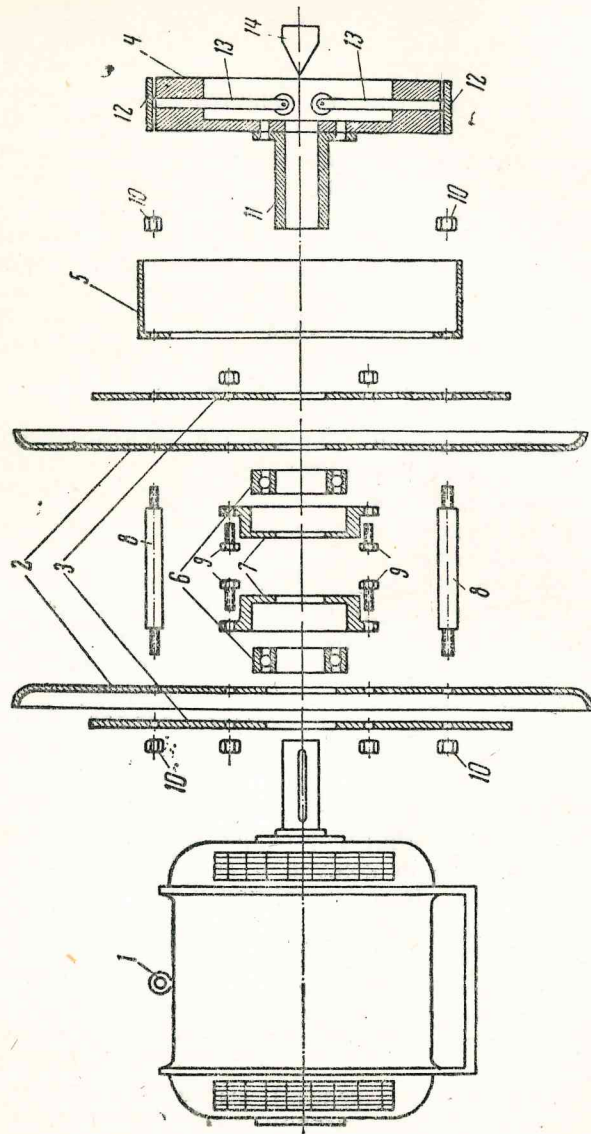


Рис. 31

на диаметре в 300 мм размечаются и просверливаются 12 отверстий для стяжных шпилек 8. Края больших колец радиусом не менее 20—30 мм отбортовываются для жесткости во внешнюю сторону. Далее подбираются шариковые или роликовые подшипники с внутренним диаметром под втулку колодок сцепления 11, вытачиваются фланцы 7 под запрессовку подшипников 6, подшипники запрессовываются во фланцы и привертываются пятью болтами 9 к кольцам. После этого вытачиваются 12 стяжных шпилек 8 диаметром 18—20 мм и длиной 100—120 мм. В отверстия колец 2 и 3 вместе с барабаном 5 тормозного устройства от колеса самолета ЛИ-2 или СИ-47 вставляются шпильки, и все это стягивается гайками 10 в единое целое. Наконец, вытачивается специальная втулка 11 с внутренним диаметром под запрессовку со шпонкой на валу и внешним — под запрессовку в подшипники. Втулка 11 привертывается к колодке 4 с тормозными секторами 12. Далее монтируются специальные рычаги 13, дающие возможность нажимом на конус 14 раздвигать тормозные секторы.

Собранный барабан монтируется (запрессовывается) на втулку 11 и со всем тормозным устройством крепится на валу мотора, как указано на рис. 27. При этом барабан должен свободно вращаться на своих подшипниках или же, при за- торможенном барабане, электромотор должен иметь возможность свободного вращения.

Электромотор со смонтированным на нем барабаном устанавливается на раму 1, приспособленную к передвижению с места на место (рис. 32); на этой же раме монтируется и ограничитель троса 2. Включение электромотора производится обычным рубильником 3, установленным в удобном для включения месте.

Ленточный тормоз устраивается так: на металлическую ленту, для лучшего сцепления и плавности торможения, приклепывается ремень. Лента охватывает тормозной барабан, один конец ее прикреплен на раме лебедки, а другой — к ручному рычагу 4, позволяющему ее натягивать. Включение сцепления производится рычагом 5.

Барабан защищен специальным щитком 6, предохраняющим буксировщика от захлестывания.

Ввиду того, что обороты электромотора постоянны, диаметр описанного выше барабана годен для производства полетов при силе ветра не более 4—5 м/сек; в случае усиления ветра диаметр барабана должен быть соответственно уменьшен. Поэтому целесообразно делать барабан с изменяемым диаметром (200—300 мм); для этого при сборке барабана

стяжные болты устанавливаются на постоянный диаметр, равный 200 мм, который применяется в полетах при ветре более 5 м/сек.

По второму же диаметру — 300 мм, служащему для полетов в штиль, в дисках рассверливаются отверстия под 10-мм болты со втулками. Втулки вставляются между бортами бара-

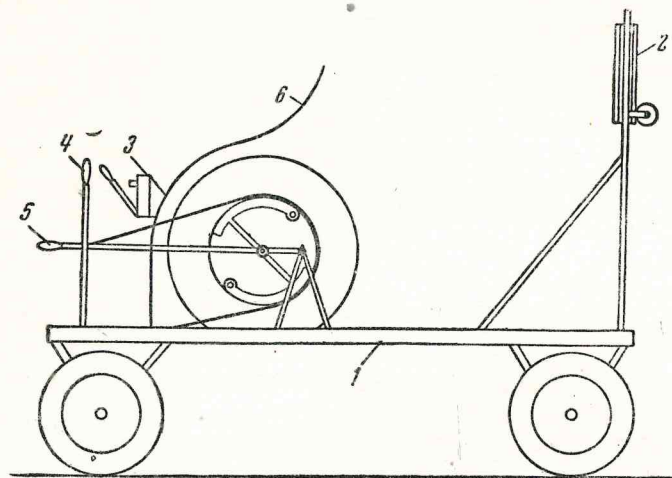


Рис. 32

бана, в отверстия продеваются болты и закрепляются. При необходимости болты можно вынуть, и тогда работа происходит на диаметре 200 мм.

На барабане этого типа рабочую поверхность составляют болты с втулками, на которые и наматывается буксировочный трос. Зацепного крючка на нем нет, — трос, намотанный в несколько слоев, в дальнейшем держится на барабане сам.

### ТАРИРОВКА ЭЛЕКТРОСТАРТА

Прежде чем приступить к буксировке планеров, электро-старт необходимо оттарировать так же, как это выше указывалось для авто- и тракторостарта. Обычно у синхронного электромотора число оборотов в минуту равно 960.

При диаметре барабана 300 мм за один оборот выбирается:  $300 \times 3,14 = 942$  мм. Умножив полученный результат на

число оборотов в минуту, получим длину, выбираемую на барабан троса за одну минуту:  $942 \times 960 = 904$  м. Разделив этот результат на 60, узнаем, что при 960 об/мин барабан выбирает в одну секунду:  $904 : 60 = 15$  м/сек.

Это дает скорость:  $15 \times 3,6 = 54$  км/час, пригодную для буксировки при ветре 0—5 м/сек. При диаметре барабана в 200 мм за один оборот выбирается 628 мм, или 36 км в час, что и нужно при ветре силою 5—8 м/сек.

Начальная скорость выбирания буксировочного троса при электростарте взята несколько меньше принятой взлетной скорости планера «А-2» потому, что рабочая поверхность барабана очень узка и при выбирании троса быстро увеличивает свой диаметр. Таким образом, когда планер перейдет в набор высоты, его скорость будет соответствовать взлетной.

### ПРОВЕРКА ИСПРАВНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАРТА

Электромотор подробно осматривается и проверяется его соответствие правилам технического ухода для данного типа электромоторов.

При осмотре барабана следует убедиться, не ослабли ли гайки стяжных болтов, не отогнулись ли борты слишком далеко во внешние стороны, нет ли радиального или осевого люфтов.

При осмотре сцепления проверяется, нормально ли расстояние между колодками и барабаном сцепления (расстояние это должно быть не более 3 мм). Нет ли износа какой-либо стороны колодок — они должны быть разведены так, чтобы зажимали барабан сцепления равномерно всей площадью.

Колодки сцепления должны быть чистыми.

При осмотре ленточного тормоза нужно проверить, не затормаживает ли лента барабан во время буксировки, не перекашивается ли лента при торможении, нет ли между лентой и барабаном масла и грязи, плотно ли привернута лента к раме мотора и тормозному рычагу.

При осмотре ограничителя буксировочного троса следует руководствоваться указаниями, имеющимися в главе «Тракторостарт».

## УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ ЭЛЕКТРОЛЕБЕДКА

Электролебедка описываемой ниже конструкции представляет наибольшие удобства для буксировки планеров. Она:

- обеспечивает забуксировку двухместного планера с полной нагрузкой на высоту до 350 м;
- производит подъем планера за время не более одной минуты;
- позволяет производить взлет во всех направлениях;
- гарантирует плавный сдвиг планера с места с последующим нарастанием скорости от 0 до 80 км/час;
- управляется одним человеком;
- допускает при нормально слаженной работе обслуживающего персонала быстрый и последовательный выпуск трех планеров в течение 5 минут;
- питается от общей сети переменного тока 220/300 вольт;
- допускает доставку буксирного троса специальной лебедкой, снабженной ручным приводом;
- транспортируется любым транспортом;
- имеет специальную автоблокировку, автоматически выключающую электромотор и прекращающую тягу в случае нарушения нормального режима работы.

Гарантийный срок службы агрегата при ежедневном выполнении от 70 до 100 взлетов — не менее 6 месяцев, по истечении которых требуется замена диска сцепления (феродо).

Вся установка представляет собой агрегат, смонтированный на цельносварном металлическом шасси, расположенном на четырех колесах.

В передней части на кронштейне установлены один горизонтальный и два вертикальных свободно вращающихся ролика, выполняющих при выборе троса на барабан роль направляющих. На этом же кронштейне установлено специальное приспособление контроля скорости и автоблокировочное устройство. Далее установлен барабан дополнительного кабеля питания длиной 100 м для подключения агрегата к электросети. Кабель наматывается на свой барабан ручной тягой.

Основной барабан, выбирающий на себя трос длиной 1 200 м и диаметром 3 мм, приводится во вращение через редуктор и специальное сцепление или через коробку скоро-

стей, включаемые в рабочее положение рычагом, расположенным с правой стороны сидения механика-буксировщика.

Под ногами механика-буксировщика установлена педаль ножного тормоза для гашения вращения барабана после отцепления планера. Перед креслом механика установлены на кронштейне кнопочный пульт включения и выключения электромотора, а также прибор, позволяющий видеть скорость тяги планера.

Для предохранения обслуживающего персонала от несчастных случаев вся механическая и электрическая часть агрегата закрыта металлическим кожухом.

Приводимые чертежи являются принципиальными схемами, дающими общее представление о всей конструкции агрегата (рис. 33, 34 и 35). На рисунках видны следующие детали: 1 — горизонтальный ролик; 2 — электрический генератор (счетчик-тахометр); 3 — вертикальные ролики; 4 — барабан дополнительного кабеля подключения; 5 — барабан троса; 6 — пульт включения электромотора; 7 — кнопка автоблокировки; 8 — дисковое сцепление; 9 — рычаг включения сцепления барабана; 10 — электромотор; 11 — кресло буксировщика; 12 — ножной тормоз; 13 — редуктор барабана; 14 — выключ-

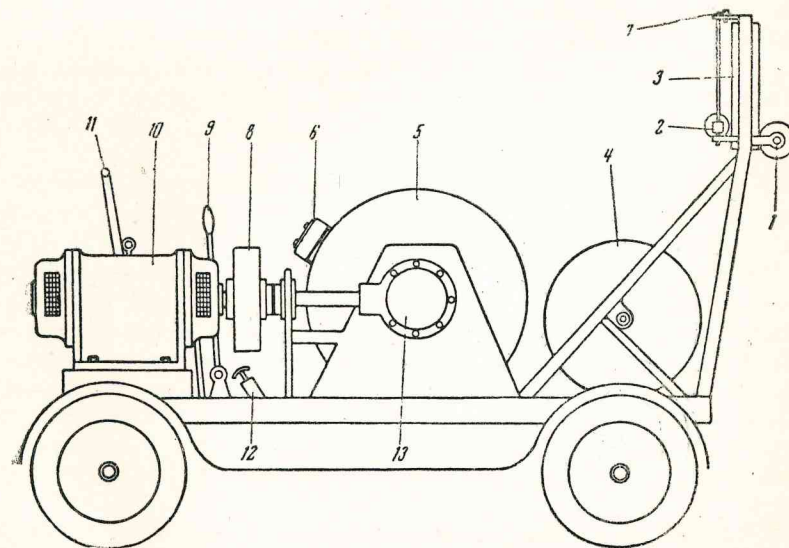


Рис. 33

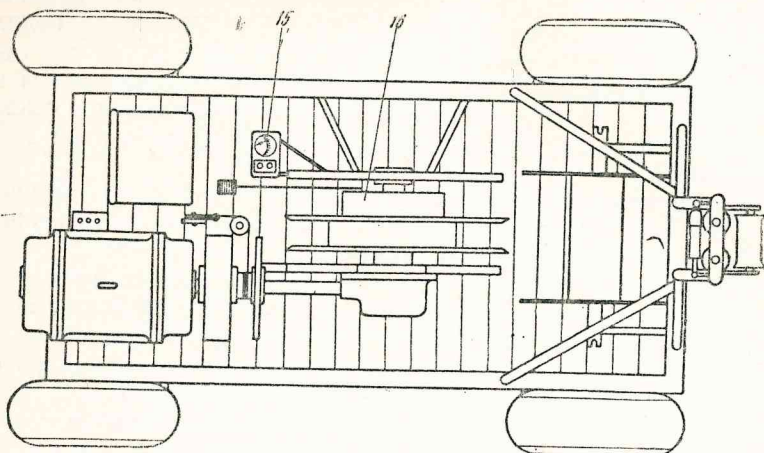


Рис. 34

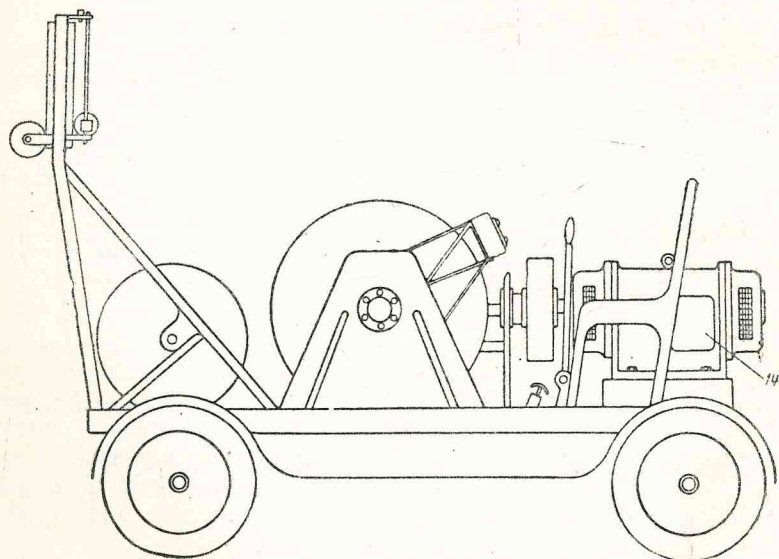


Рис. 35

чатель (рубильник); 15 — указатель скорости от 0 до 100 км (тахометр); 16 — тормозной диск.

Приводим некоторые данные о расчете тяги и об отдельных деталях этого вида электролебедки:

1. Электромотор 35—40 кв, двойной скорости, 950—1440 об/мин, переключающийся специальным переключателем.

2. Сила тяги передается на барабан через редуктор с соотношением 1:2,5.

3. Барабан электролебедки представляет собою оригинальную конструкцию. Он отличается от цилиндрических барабанов, применяемых на тракторостарте и автостарте тем, что имеет небольшую ширину рабочей поверхности в начале выбирания троса с постепенным ее расширением во внешней окружности, что делает постоянной скорость взлета планера.

Барабан состоит из двух дисков диаметром 850 мм из 4—5-мм листовой стали. Диски скреплены на расстоянии 100 мм 10—12 специальными винтами, образующими собою внутренний диаметр барабана, равный 500 мм. Внешние края дисков отбортованы в противоположные стороны.

Отбортовка необходима для завальцовки острых краев и придания наибольшей прочности и упругости бортам, испытывающим большое давление на разжим наматываемыми под нагрузкой тяги планера 700 витков 3-мм троса.

Скорость вращения барабана при первой скорости мотора — 950 об/мин через редуктор 1:2,5:

$$\frac{950}{2,5} = 380 \text{ об/мин.}$$

Начальный диаметр барабана при взлете, учитывая толщину болтов, — 520 мм.

Таким образом, начальная окружная скорость будет составлять:  $(520 \times 3,14) 380 = 543 \text{ м/мин}$ , или  $543 \times 60 = 37,5 \text{ км/час}$ .

Конечная скорость при 800 м выбранного троса и при диаметре барабана до 600 мм будет:  $(3,14 \times 600) 380 = 60 = 41 \text{ км/час}$ .

При встречном ветре 1—2 м/сек работа ведется на второй скорости:

$$\frac{1400}{2,5} = 570 \text{ об/мин.}$$

В этом случае начальная скорость будет равна 52 км/час и конечная — 60 км/час.

## ГЛАВА V

### БУКСИРОВОЧНЫЙ ТРОС

#### ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БУКСИРОВОЧНОМУ ТРОСУ

Буксировочный трос является очень важной принадлежностью механизированного старта, от которой в значительной мере зависит безопасность полетов.

Сечение троса должно быть не менее 2,5 и не более 3,5 мм, длина — 1 000—1 200 м. Желательно, чтобы трос имел мягкий сердечник. В конец троса, находящийся у планера, должно быть вплетено стальное стандартное кольцо диаметром 40×56 мм (рис. 36). Кольцо вытягивается или выковыливается. В другой конец троса, находящийся у буксировочного агрегата, вплетается такое же кольцо, зацепляемое за крючок барабана.

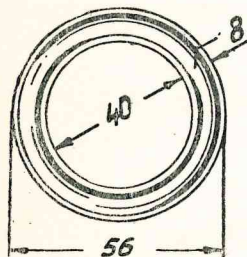


Рис. 36

При проверке исправности буксировочного троса необходимо убедиться, что на всем его протяжении не имеется оборванных нитей. При обрыве нитей трос в этом месте нужно обрубить и заплести заново.

Доставленный на место старта трос необходимо проверить—не образовался ли где-нибудь на тросе узел, не имеется ли на нем опасных закручиваний или перегибов.

В случае обрыва троса во время занятий, чтобы не прекращать полетов, для его заплетки разрешается связывать трос морским узлом; затянутый узел обматывается контровой проволокой на 30—40 мм по обе стороны от узла. Выступающие концы троса следует обрубить (рис. 37).

Образовавшиеся за день и связанные узлами обрывы после полетов обязательно должны быть обрублены, чтобы можно было срастить концы правильной заплеткой.

Особое внимание надо обращать на состояние кольца буксировочного троса. Кольцо должно быть стальное, стандартного образца, без деформаций и глубоких царапин. При сильном ударе о землю или твердые предметы кольцо может лоп-



Рис. 37

нуть и буксировку планеров с таким кольцом производить нельзя. На такой случай у механика всегда должно быть несколько запасных стандартных колец.

#### ПАРАШЮТ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА

При полетах с механизированного старта, вследствие большого угла взлета, трос бывает закрыт от глаз пилота капотом планера и заметить момент отцепки троса невозможно. Бывают случаи, когда пилот, нажав спусковой рычаг буксировочного замка, считает, что трос отцепился, на самом же деле планер продолжает лететь с тросом. В результате может произойти несчастье.

После отцепки трос падает с большой скоростью, плохо замечен и может нанести повреждения стартовому наряду. Кроме того, продолжая лететь по направлению к буксирующей лебедке, трос часто путается, рвется и падает далеко от старта.

Все эти неудобства устраняются применением специального парашюта для буксировочного троса. Такой парашют при падении после отцепки вытягивает трос. Парашют раскрывается немедленно после отцепки троса и становится хорошо заметным и пилоту планера, и стартовой команде (рис. 38). Раскры-

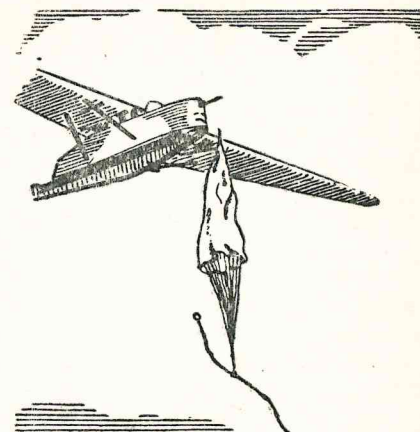


Рис. 38

ваясь, парашют не дает тросу возможности лететь к буксирующей лебедке и плавно опускает его на землю, не давая скручиваться и спутываться. При наличии ветра раскрывшийся парашют тянет трос обратно к месту старта.

Применение парашюта для буксировочного троса при полетах с механизированного старта обязательно.

Изготавливается парашют следующим образом. Из хлопчатобумажной ткани (перкаля, мадеполама, сатина) выкраиваются 8 полотнищ треугольной формы, каждое размером 150 мм по основанию и 800 мм по высоте. Длинные стороны

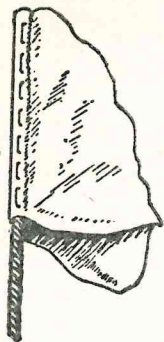


Рис. 39

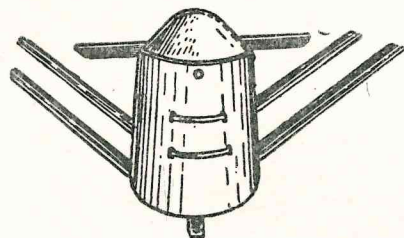


Рис. 40

полотнищ сшиваются одно с другим, в результате чего получается конус. Нижняя кромка конуса (купол парашюта) подгибается и прострачивается.

К радиальным швам в местах сшивки полотнищ пришиваются стропы — хлопчатобумажный плетеный шнурок длиной 1 м. Стropы накладываются на купол, отступя 500 мм от нижней кромки, и пристрачиваются (рис. 39).

Нижние концы строп пришиваются или привязываются к двум кольцам диаметром 15—18 мм — по 4 стропы к каждому кольцу. Кольца прикрепляются к карабинчику и служат для уменьшения скручивания строп.

На буксировочном тросе на расстоянии 0,5 м от кольца нужно разветвить три жилы и, зацепив карабин за разветвление, обмотать трос контрольной проволокой.

В лобовой части капота планера на расстоянии 150—200 мм от пола кабины высверливаются два отверстия на 200 мм одно от другого. В эти отверстия продевается и завязывается внутри капота резинка (можно от парашюта). На

200 мм выше просверленных отверстий нужно прорезать такие же два отверстия на расстоянии 150 мм одно от другого и также продеть в них и завязать резинку (рис. 40).

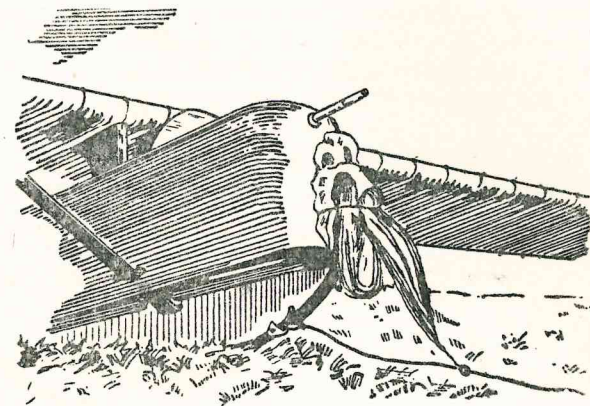


Рис. 41

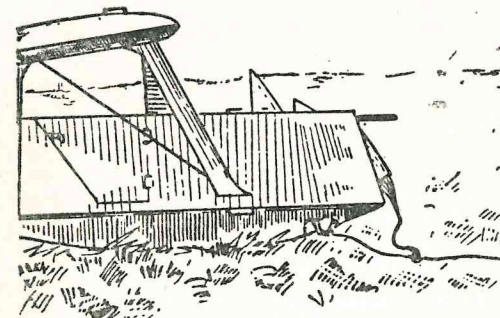


Рис. 42

Для того, чтобы находящиеся на капоте резинки при длительной эксплуатации не разорвали фанеру кабины, необходимо с внутренней стороны капота приклеить под отверстиями планки 5 × 20 мм или фанеру 2 × 30 мм.

Перед полетами парашют и стропы складываются в два сгиба и поддеваются под резинки, причем стропы поддеваются

только под нижнюю резинку. Резинки должны слабо обжимать парашют, так как при очень тугом обжиме трос после отцепки может его не вытянуть (рис. 41).

Вместо специально изготовленного парашюта можно использовать вытяжной парашютик от пилотского парашюта, предварительно освободив его от металлического каркаса. Помимо резинок на носу планера можно сделать небольшой фанерный обтекатель (по типу обтекателей на приборах планера). В него подсовывается парашютик, который должен легко обжиматься обтекателем. Стропы должны иметь небольшую слабинку, в противном случае при большом угле троса стропы натянутся и преждевременно вытянут парашют (рис. 42).

## ГЛАВА VI

# ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ПОЛЕТОВ С МЕХАНИЗИРОВАННОГО СТАРТА

## РАЗБИВКА СТАРТА НА ПЛАНЕРОДРОМЕ

Полеты с механизированного старта лучше всего производить с планеродрома (ровного поля), площадь которого имела бы размеры от  $800 \times 800$  м до  $1\,200 \times 1\,200$  м и позволяла бы летать при любом направлении ветра.

Место, откуда взлетают и куда садятся планеры, называется стартом. Для полетов старт разбивается на три полосы: взлетную — откуда планеры производят взлет, посадочную — служащую для приземления планеров, и нейтральную — разделяющую взлетную и посадочную полосы.

Для разбивки старта и сигнализации применяются посадочные знаки и флажки, расположенные в определенном порядке (рис. 43).

На один конец летного поля ставится буксирующий агрегат, а на другой конец на всю длину развернутого троса ставится планер, причем буксирующий агрегат (авто- трактор или электростарт) устанавливается всегда с наветренной стороны, а планер строго против ветра.

После установки на старте буксирующего агрегата и планера буксировочный трос диаметром 2,5—3,5 мм с вплетенным стандартным кольцом продевается через ограничитель агрегата, и трос, размотанный с барабана, доставляется к планеру. После того, как пилот сел в планер, трос зацепляется на замок планера, и руководитель полетов или стартер дает сигнал механику буксирующего агрегата «Буксировать планер».

Двигатель начинает вращать барабан и наматывать трос, который в свою очередь тянет планер вперед.

При движении планера в его крыльях возникает подъемная сила, и планер взлетает наподобие змея. По достижении

64



Эта высота позволяет совершить после отцепки нормальный полет по прямоугольному маршруту\*.

При производстве полетов с механического старта назначается стартовый наряд, на обязанности которого лежит обеспечение безопасности полетов. Стартовый наряд состоит из руководителя полетов, стартера, помощника стартера и дежурного по тросу.

Стартовый наряд во время полетов находится в следующих местах: помощник стартера — у буксирного агрегата, в трех шагах от барабана; дежурный по тросу — на месте отцепки троса; стартер — на месте взлета планеров; руководитель полетов там, откуда ему удобнее руководить полетами, чаще всего у места взлета планера.

Обязанности стартового наряда. Помощник стартера у буксирующего агрегата дублирует сигналы со старта или принимает их по телефону и передает механику, а также следит за работой барабана и ограничителя.

Дежурный по тросу следит за отцепкой троса от планера и после падения на землю выправляет его по линии взлета.

Стартер подает сигналы о готовности планериста к полету. Для сигнализации применяются флаги двух цветов — красный, запрещающий взлет или вообще какое-либо движение, и белый или черный, разрешающий взлет (летом сигналы подаются белым флажком, зимой — черным \*\*). Флаг имеет размеры  $1 \times 1$  м, длина древка — 1,5 м.

На старте устанавливаются следующие сигналы:

1. «Буксируй» — медленное помахивание над головой белым флагом.
2. «Не готов» — планер лежит на крыле, флаг опущен.
3. «Отставить» — планер опускается на крыло, трос отцепляется от замка, флаг опущен.
4. «Стоп» — частое помахивание красным флагом над головой.

\* Высоту полета можно значительно увеличить, если буксирующий агрегат установить на автомашине и при запуске планера одновременно с вращением барабана придавать автомашине определенную скорость.

Можно рекомендовать заменить белый и черный флаги желтым, который будет одинаково хорошо виден и зимой и летом.

Кроме сигнализации флажками, планеродром желательно оборудовать телефонной сигнализацией, которая удобна во всех отношениях, так как позволяет быстро передавать любое распоряжение или узнать о возможных неполадках на старте

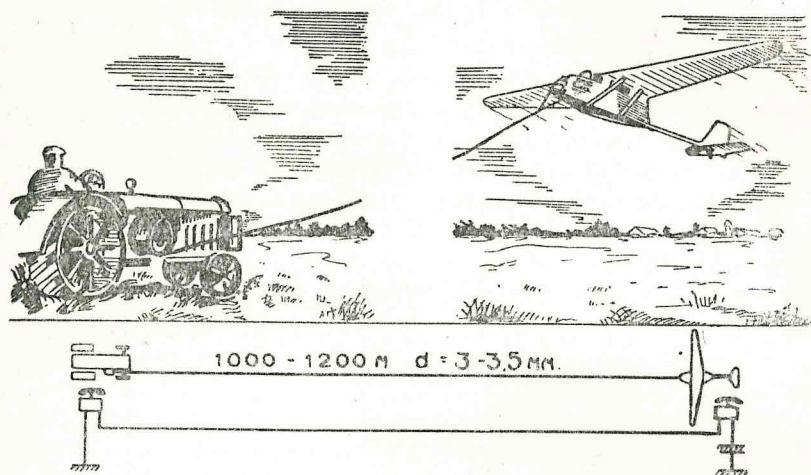


Рис. 44

или на буксировочном агрегате. Для телефонной связи берутся два полевых телефона и устанавливаются один на расстоянии 8—10 м от лебедки (или, если двигатель бесшумен, то в непосредственной близости от агрегата), а второй — на месте старта. Между аппаратами протягивается по нейтральной полосе телефонный кабель и производится заземление (рис. 44).

### ОБЯЗАННОСТИ МЕХАНИКА БУКСИРОВОЧНОГО АГРЕГАТА

Обязательным условием четкой и безаварийной работы является отличное знание механиком буксировочного агрегата правил полетов с механизированного старта, сигнализации и техники выполнения самой буксировки.

По указанию руководителя полетов механик выезжает на указанную ему сторону планеродрома и ставит буксирующую лебедку строго по ветру в таком месте, откуда ее хорошо видно со взлетной площадки.

После установки лебедки на место буксировки колеса затормаживаются, и механик производит стартовый осмотр и проверку оборудования буксировочного агрегата.

Механик-буксировщик обязан:

- проверить работу мотора, тахометра, сцепление передачи от мотора к барабану и действие тормоза барабана;
- запускать лебедку для буксировки планеров только по распоряжению руководителя полетов;
- производить буксировку планера, только убедившись в правильности поданного сигнала;
- производить буксировку планера в том случае, если взлету не мешают люди или какие-либо препятствия; если трое не имеет зигзагов и не задевает за кочки, бурьян и т. д.;
- перед взлетом планера обязательно выбрать слабины троса;
- следить за взлетом планера и принимать немедленные меры после подачи соответствующих сигналов;
- соблюдать заданную скорость выбирания троса;
- не допускать угрожающего повышения угла троса (больше 40°) и выключать сцепление барабана с мотором в случае превышения этого угла;
- перед отцепкой планера несколько уменьшить обороты мотора;
- при сигнале «Стоп» немедленно прекращать буксировку;
- в случае неотцепки планера принять меры для освобождения троса от барабана, обрубить трос зубилом или острым молотком;
- о всех неполадках в лебедке и оборудовании буксировочного агрегата немедленно докладывать руководителю полетов;
- не доверять буксировку планеров лицам, не имеющим на это право.

Агрегаты, описанные в нашей книге, разрешается использовать только для учебных и тренировочных полетов, с набором высоты не более 250—300 м. Полеты на большую высоту могут выполняться только по получении специального разрешения от ЦК ДОСАВ.

## ТЕХНИКА РАБОТЫ НА МЕХАНИЧЕСКОМ СТАРТЕ

Техника работы на механическом старте заключается в следующем.

Приняв с места взлета планеров сигнал «Буксируй», помощник стартера у лебедки дублирует этот сигнал. Механик буксировочного агрегата, получив сигнал и убедившись в его правильности, начинает плавно выбирать слабицу троса. На этом этапе работы от механика требуется особое внимание, так как трос может запутаться или зацепиться за препятствия, а при резком включении сцепления барабана с двигателем может произойти рывок планера или даже обрыв буксировочного троса. Натянув трос и получив сигнал к буксировке, механик плавно увеличивает обороты барабана до заданных.

В начале пробега планера по земле мотор буксирующей установки будет испытывать наибольшую нагрузку. Как только планер оторвется, барабан лебедки начинает заметно увеличивать обороты. В этом случае механик лебедки должен выдерживать нормальную скорость выбирания троса. Увидев, что планер переходит в планирующий полет для отцепки, механик уменьшает скорость выбирания троса и после отцепки выключает сцепление барабана с двигателем и тормозит барабан. После падения на землю буксировочный трос немедленно доставляется на старт для следующего взлета.

## ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЛЕТА

Прежде чем приступить к полетам, необходимо тщательно проверить всю материальную часть планера и механического агрегата. Особое внимание нужно обращать на буксировочный трос: он не должен иметь узлов, отдельные куски соединены заплеткой. Буксировочный трос должен иметь стандартное стальное кольцо; применение каких-либо других колец недопустимо, так как это может привести к заеданию буксировочного замка планера.

Вся взлетная полоса должна быть тщательно просмотрена. Между буксирующей лебедкой и местом старта планера не должно быть никаких препятствий (бугров, кустов, камней, колеи и т. д.) во избежание зацепления за них буксировочного троса.

Нужно также помнить, что со вспаханного, песчаного, покрытого высокой травой или глубоким снегом планеродрома планер может не взлететь, так как мощность лебедки не даст ему нужной скорости.

При песчаном или вспаханном планеродроме нужно сделать на месте взлета настил из хвороста, ельника или соломы. Высокая трава на планеродроме не только создает при буксировке большое сопротивление, но и цепляется за трос, что очень нежелательно; поэтому место буксировки необходимо выкосить.

При полетах зимой место взлета и падения планеров расчищается деревянным треугольником.

Выпуклый планеродром также неудобен для буксировки планера, так как между лебедкой и планером, поставленными у противоположных границ взлетной площадки, будет возвышенность, не позволяющая видеть подаваемые сигналы. Трос же, проходя через выпуклость, сильно врезается в землю. Там, где это позволяет местность, планер следует ставить на возвышенность.

## РАСЧЕТ СКОРОСТИ ВЫБИРАНИЯ БУКСИРОВОЧНОГО ТРОСА

Непосредственно перед началом полетов руководитель объясняет определить силу ветра и произвести расчет скорости выбирания троса. Имея на руках проверенные данные показаний спидометра или счетчика оборотов барабана, можно легко рассчитать необходимую скорость выбирания троса при полетах в штиль и в ветер для любого типа буксирующего агрегата.

При полетах в штиль нужно выдерживать по спидометру или по счетчику оборотов скорость выбирания троса  $65 \text{ км/час}$  для планера А-2; для более тяжелых планеров требуется соответственно увеличивать эту скорость.

При полетах в ветер, поскольку взлет планера производится всегда строго против ветра, чтобы сохранить нормальную взлетную скорость относительно воздуха, необходимо скорость ветра вычесть из скорости выбирания буксировочного троса.

Например, скорость ветра равна  $3 \text{ м/сек}$ , или  $10,8 \text{ км/час}$ , отсюда видно, что скорость выбирания буксировочного троса должна составлять уже не  $65 \text{ км/час}$ , а  $65 \text{ км/час} - 10,8 \text{ км/час} = 54,2 \text{ км/час}$ .

При этом следует иметь в виду, что по мере набора высоты скорость планера будет несколько возрастать за счет того,

что при наматывании троса на барабан диаметр его увеличивается. Эту скорость, если она находится в допустимых пределах — 70—75 км/час, уменьшать не следует, так как при взлете на малой скорости с большим углом в случае неожиданного прекращения тяги и обрыве троса может произойти летное происшествие и даже авария планера. При избытке же скорости пилот всегда успеет перевести планер в режим нормального планирования.

На основании данных, полученных при тарировке с барабаном того или иного диаметра, следует заранее рассчитать скорость выбирания троса по спидометру или счетчику оборотов при ветре 2, 4, 6, 8 м/сек и составить таблицу, которая всегда должна находиться у руководителя полетов и у механика, обслуживающего буксировочный агрегат (автомашину или трактор).

Пример. При ветре 5 м/сек необходимая скорость выбирания троса на барабан трактора диаметром 450 мм составит  $18 \text{ м/сек} - 5 \text{ м/сек} = 13 \text{ м/сек}$ ;  $450 \times 3,14 = 1413 \text{ мм}$ , или 1,4 м;  $13 : 1,4 = 9,28$ ;  $9,28 \times 60 = 557 \text{ об/мин}$ .

В результате подсчета разных скоростей ветра можно составить таблицу:

Ветер = 0	м/сек	на барабане	770	об/мин.
» = 2	»	»	686	»
» = 4	»	»	600	»
» = 6	»	»	515	»
» = 8	»	»	428	»

При ветре свыше 8 м/сек учебные и тренировочные полеты с механизированного старта производить не разрешается. Промер силы ветра нужно повторять во время производства полетов несколько раз, чтобы своевременно вносить поправки в скорость выбирания троса.

Изложенным выше способом могут быть подсчитаны необходимые скорости выбирания троса и составлены таблицы скоростей для планеров любого типа.

## ВЗЛЕТ И ОСОБЫЕ СЛУЧАИ В ПОЛЕТЕ

Запуск планера с механизированного старта, как уже сказано, необходимо проводить строго против ветра. Угол взлета должен выдерживаться в пределах 20—25°, набирать высоту нужно строго прямолинейно, не отходя в сторону от направления на буксирующий агрегат (рис. 45).

По достижении заданной высоты планер переводится в линию горизонтального полета и пилот отцепляется от буксировочного троса. Открывать замок при отцеплении надо энергичным движением рычага доотказа на себя, с некоторой за-

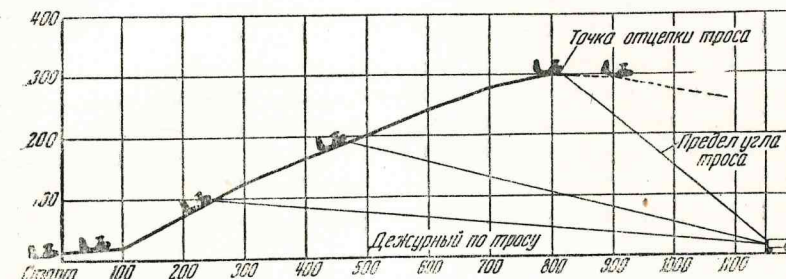


Рис. 45

держкой в крайнем положении. Пилот обязан убедиться в том, что трос отцепился от планера, для чего необходимо посмотреть вниз через борт в сторону замка. Угол троса по отношению к горизонту никогда не должен превышать 40°. В случае превышения этого угла буксировка планера должна быть немедленно прекращена. В случае преждевременного прекращения тяги при пробеге или взлете планера пилот обязан немедленно отцепить буксировочный трос.

При проведении учебных полетов необходимо строго придерживаться «Курса летной подготовки планеристов с механического старта», в котором излагается и техника пилотирования планеров.

Полеты с механического старта имеют свои преимущества и недостатки. Пилотам, летающим с механического старта, необходимо знать все могущие произойти случайности, так как всякая неожиданность при взлете для неопытного планериста может привести к летным происшествиям или даже к аварии.

Рассмотрим ряд явлений, которые могут произойти в процессе полетов, и укажем, как пилот должен на них реагировать.

1. Планер, пробежав по земле меньшее чем обычно расстояние, сразу переходит в набор с большим углом взлета.

В этом случае пилот обязан плавно отжать от себя руль высоты, доведя планер до нормального угла взлета 25°, посмотреть на указатель скорости. Если скорость будет оста-

ваться больше нормальной, уменьшать угол взлета до тех пор, пока скорость не дойдет до нормы. Если на уменьшенном угле скорость будет возрастать, необходимо отцепиться и, в зависимости от высоты, наметить место посадки.

Подобный случай может произойти оттого, что неопытный механик дал обороты большие, чем требуются для взлета, или очень быстро полностью включил сцепление.

2. После сигнала «Буксируй», пробежав некоторое расстояние и обогнав трос, планер остановился. В этом случае надо немедленно отцепиться, так как в следующее мгновение может произойти рывок. Обычно такие случаи происходят вследствие непрямолинейности подтаскивания троса.

3. Механик буксирующего агрегата нормально выбрал слабину — планер тронулся с места и стал набирать скорость, но неожиданно для пилота трос ослаб, а через секунду потянул планер с новой силой. Такое явление может случиться и после того, как планер уже взлетит. Это происходит оттого, что трос подтаскивали невнимательно, зигзагообразно, в результате чего он зацепился за какое-либо препятствие.

В описанном случае пилоту рекомендуется немедленно прекращении тяги перевести планер в угол планирования, отцепиться и садиться прямо перед собой. Не следует дожидаться, пока трос снова потянет планер: может получиться очень сильный рывок, и трос оборвется или планер перейдет в опасное кабрирование (задираание носа вверх).

После отцепки троса от планера и его падения трос доставляется обратно на старт всевозможными способами — вручную, автомашиной, трактором или мотоциклом.

Если есть возможность, следует оборудовать планеродром механической подачей буксировочного троса на место старта. Это ускоряет работу и экономит силы личного состава.

В практике планерных клубов часто применяется подтаскивание буксировочного троса двигателем типа Л-6 мощностью 6 л. с., с помощью бесконечного троса.

Для этого на старте, в 5 м от планера в сторону и в 15 м сзади, ставится двигатель Л-6 со шкивом и передаточной. На месте предполагаемого падения троса ставится второй шкив. На шкивы надевается бесконечный 2,5-м или 3-м трос. После того как буксировочный трос упадет, курсант зацепляет его за бесконечный, и трос подтягивается двигателем на место старта.

## ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЛАНЕРА А-2

### ОСМОТР ПЛАНЕРА

Продолжительность срока службы планера зависит от грамотной эксплуатации, хранения и ухода за ним. Планер, как и любой летательный аппарат, требует к себе бережного и внимательного отношения. Поэтому прежде чем приступить к летной работе, необходимо хорошо ознакомиться с его конструкцией и правилами эксплуатации.

Выносить планер из ангара надо осторожно, так как если не смотреть за концами плоскостей и хвостового оперения, то их можно поломать. Нельзя также поднимать планер за концы или заднюю кромку крыльев: они на такую нагрузку не рассчитаны и могут поломаться.

Для того, чтобы за состоянием планера велось тщательное наблюдение и для привития навыков в обращении с материальной частью, перед началом летной практики необходимо закрепить за курсантами отдельные части планера, за которые они несли бы ответственность.

Прежде чем планер выпустить в воздух, его необходимо тщательно осмотреть.

Для осмотра планера существуют точные правила, которые необходимо строго соблюдать.

Осмотр производится инструктором, техником по планерам и учениками-планеристами.

Каждый ученик обязан осматривать порученные ему детали по правилам, указанным ниже, и отвечать за их состояние и последствия, которые могут произойти, если какая-либо часть окажется неисправной.

Необходимо помнить, что в планере маловажных деталей нет, и для гарантии безопасности полета каждая малейшая деталь должна быть в полном порядке.

### А. Осмотр перед началом полетов

1. Ручное управление не должно иметь люфта и заеданий, осевой болт должен быть в исправности и иметь шплинт.

2. Жесткие тяги и элероны должны быть без погнутости, в валиках должны быть булавки и шплинты.

3. Тросовая проводка к элеронам. Трос должен быть целым, без заусениц, правильно, без сколов, лежать на роликах, в валиках должны быть булавки и шплинты.

4. Подвесные рслики должны быть без трещин и повреждений стенок паза, пластинки, крепящие ролики, — целыми и без погнутостей.

5. Кабанчики элеронов не должны иметь шатаний на лонжеронах, шарнирные крючки на лонжеронах крыла и элерона также не должны иметь шатаний, все шарниры элеронов должны быть законтрены булавками.

6. Проводка к рулям высоты. Коуши и сережки не должны иметь потертости, в роликах не должно быть заеданий, и трос в них должен быть в полной исправности, без стертости хотя бы одной нитки; счистив тавот, нужно осмотреть трос и снова жирно смазать на всем протяжении трения; тандеры должны быть законтрены в муфты не меньше чем на 8 ниток.

7. Педаль. Осевой болт не должен работать на нарезке, петли и уздечки на изгибах не должны иметь изломов.

8. Проводка к рулю направления осматривается так же, как и проводка к рулю высоты (см. п. 6).

9. Правильность действия рулей. При наклоне ручки влево — поднимается левый элерон, правый опускается; ручка взята на себя — поднимается руль высоты. Правая нога выдвигается вперед — руль поворота отклоняется вправо.

10. Крепление всех четырех подкосов к ферме и крыльям. Пластинки с сережками и ушки не должны иметь погнутостей и трещин, болты — завинчены и законтрены булавками.

11. Крепление подкосов на крыле не должно иметь шатаний и погнутостей; в сварных местах не должно быть трещин.

12. Шарнир хвостовой балки. Все детали должны быть без погнутостей, сварочные швы — без трещин, шарнир должен иметь шплинты.

13. Крепление кия к балке. Ушковые пластинки должны быть без погнутостей и в целости, болты — плотно завинчены и законтрены.

14. Подкосы стабилизатора должны быть в целости, валики законтрены булавками.

15. Шарниры рулей не должны иметь шатаний и законтрены булавками.

16. Расчалки хвоста. Тандеры должны быть законтрены, в валиках должны быть булавки, серьги в целости.

17. Замок планера не должен иметь погнутостей, трещин и шатаний.

18. Все трущиеся места должны быть смазаны тавотом.

### Б. Перед каждым полетом проверяются:

1. Действие управления — отсутствие люфтов и заеданий.

2. Тросовая проводка — правильность прохождения ее через направляющие ролики; если стерлась хотя бы одна нитка троса — трос заменить.

3. Крепление расчалки хвоста и крыльев.

4. Наличие всех булавок в болтах крепления подкосов.

5. Контровка рулей высоты.

### В. После каждой грубой посадки проверяются:

1. Все, что осматривается перед каждым полетом.

2. Все тросы и ролики элеронов.

3. Подкосы и их крепление.

4. Путем легкого изгиба крыла — целость полок лонжеронов.

### Г. По окончании полетов требуется:

1. Стереть пыль, грязь и старую смазку.

2. Смазать заново металлические части.

3. Убрать планер в ангар или закрепить его.

Грязный, неисправный планер — позор для инструктора и его группы.

### Д. Обеспечение тщательного осмотра планера

Для правильной организации осмотров и постоянного ухода за планером учлеты группы должны быть прикреплены к отдельным частям и деталям.

№ 1 — левая плоскость.

№ 2 — правая плоскость.

№ 3 — хвостовое оперение.

№ 4 — кабина, лыжа, рычаги управления и тросы рулей.

№ 5 — хвостовая балка.

№ 6 — помогает первому и второму, заменяя их во время отсутствия.

№ 7 — помогает третьему и пятому, заменяя их во время отсутствия.

№ 8 — помогает четвертому, заменяя его во время отсутствия.

При отсутствии того или иного учлета механик обязательно прикрепляет к его деталям одного из присутствующих.

Ни одна деталь планера во время производства полетов не должна оставаться без наблюдения учлета, ответственного за его исправность. Механик машины следит за работой всех учлетов, руководит их работой и сам проверяет всякий раз состояние планера и особенно исправность тросов, идущих к рулям управления. Каждый учлет и инструктор перед полетом лично осматривают планер. О результате осмотра закрепленных за учлетом частей докладывают механику группы, а последний, после проверки, докладывает инструктору. Независимо от осмотра планера учлетами инструктор обязан осмотреть машину лично.

Для того, чтобы планер мог эксплуатироваться долгое время, нужно, чтобы хранение, транспортировка и полеты производились без нарушения инструкций. Особенно это необходимо соблюдать при полетах с тракторостарта, так как здесь мы имеем дело с мощной тягой и большой высотой.

Всякое нарушение инструкций может привести к летным происшествиям.

Особое внимание нужно обратить на регулировку и металлические крепления подкосов, лыжи и крыла, для чего нужно через определенное количество полетов производить разборку планера, осматривать крепление и по мере надобности заменять новыми болты подкосов.

После осмотра и устранения дефектов планер можно доставлять на старт.

## КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ ПО СБОРКЕ И РАЗБОРКЕ ПЛАНЕРА А-2

Планер А-2 представляет собой подкосный моноплан-парасоль с двухместной кабиной и хвостовой расчаленной балкой.

Основой всей конструкции является плоская деревянная ферма, к которой крепятся все остальные части планера: крылья с четырьмя подкосами, хвостовая балка с оперением и каркас кабины.

Кабина планера состоит из пола, 5 шпангоутов, плоского верха, заднего обтекателя, двери и деталей управления и оборудования.

Сидения учлета и инструктора расположены друг за другом. Управление состоит из двух ручек, вращающихся на общем валу, и двух педалей. Ручка буксирного замка расположена на левом борту кабины в том месте, где на самолете ставится сектор газа. Переднее место защищено козырьком и снабжено указателем скорости на 25—200 км/час.

Сиденья снабжены плечевыми ремнями. Верх кабины плоский. Хвостовая часть кабины обтянута мадеполамом. Вся кабина покрыта снаружи аэролаками, а внутри — эмалевой краской.

Крылья планера — размахом 6,526 м каждое, профиль Р-III крепятся к ферме кабины 8-мм валиками, а к подкосам — 8-мм болтами с корончатыми гайками.

Каждое крыло имеет два лонжерона, соединенных распорками и диагональными фанерными расчалками в так называемую коробку лонжеронов, на которую надеты нервюры рамной конструкции.

Передняя кромка крыла обшита 1-мм фанерой.

Элерон подвешен на трех шарнирах к добавочному лонжерону крыла. Элерон состоит из лонжерона, косых нервюр и ребер. Косые нервюры придают ему жесткость на кручение. Крыло и элерон обтягиваются мадеполамом и покрываются аэролаками.

Оперение планера состоит из стабилизатора с двумя половинками руля высоты и кили с рулем поворотов. Киль и стабилизатор расперты двумя подкосами. Оперение, как и крыло, обтянуто мадеполамом и покрыто аэролаками.

Балка, соединяющая оперение с кабиной, по конструкции представляет собою лонжерон из полок и распорок с фанерными стенками. Балка крепится к ферме кабины длинным 10-мм болтом. Балка вместе с оперением расчалена четырьмя тросами к задним лонжеронам крыла.

На стоянке планер опирается на землю лыжей кабины и костылем. Лыжа и костыль планера окованы 2-мм сталью.

Буксирный замок планера стандартной конструкции, укреплен под носовой частью кабины на левой стороне лыжи.

Замок должен осматриваться перед каждым взлетом и содержаться в безукоризненном состоянии, так как от правильности действия замка зависит безопасность эксплуатации планера.

## СБОРКА ПЛАНЕРА

Для сборки планера необходимо выбрать ровную площадку  $15 \times 10$  м с твердым грунтом, хорошо защищенную от ветра. Лучше всего производить сборку в ангаре. Перед сборкой необходимо тщательно просмотреть все части планера и убедиться, что они не повреждены при распаковке и переноске. С частей, обтянутых тканью, нужно удалить пыль мягкой щеткой, металлические части обтереть ветошью, стыковые болты, валики и все, не покрытые защитным слоем, стальные поверхности тщательно покрыть тонким слоем технического вазелина.

Перед сборкой необходимо пол ангара подмести слегка увлажненной щеткой или вычистить пылесосом и расположить части согласно их положению на собранном планере.

## ПОРЯДОК СБОРКИ

1. Поставить кабину вертикально, отклонив балку в сторону.
2. Поставить левое крыло на кабину, держа его все время в горизонтальном положении. Опускание конца крыла на землю может вызвать повреждение креплений на крыле или ферме планера вследствие непараллельности осей стыковых отверстий переднего и заднего узлов.
3. Поставить задний подкос, вставить болты, навернуть гайки и зашплинтовать. При установке подкосов необходимо обращать внимание на надписи: ПП — передний правый, ПЛ — передний левый, ЗП — задний правый, ЗЛ — задний левый, и ставить их соответствующим образом.
4. Поставить передний подкос.
5. Присоединить к крылу расчалку подкоса.
6. Повторить операции 2, 3, 4 и 5 для правого крыла.
7. Привязать планер за подкрыльные дужки или поставить под крылья козелки.
8. Соединить киль со стабилизатором, пропустив накладку крепления киля к балке сквозь прорезы по сторонам средней

распорки стабилизатора и поставив подкосы оперения на валики к килю и стабилизатору.

9. Поставить стабилизатор с килем на балку, вставить болты крепления киля к балке, затянуть и законтрить.

10. Присоединить расчалки хвоста: нижнюю, идущую от балки, — к нижнему ушку от узла подкосов на киле; верхнюю — к верхнему ушку узла подкосов через отверстие в верхнем покрытии крыла.

11. Регулировку расчалочной системы крыльев и хвоста следует начинать с крыльев, выбрав слабинку тросовых расчалок между подкосами. В дальнейшем, уже после отрегулировки хвоста, все расчалки следует равномерно подтянуть, помня, что слишком тугое натяжение расчалок вызывает перенапряжение в конструкции, несколько не улучшая эксплуатационных свойств планера.

Регулировку следует производить, пользуясь отвесом и уровнем при соответствующей установке кабины с крыльями, или на глаз. Опыт показывает, что регулировка на глаз путем «прицеливания» вертикального оперения на плоскость симметрии кабины дает достаточную для практики точность.

Проверка правильности положения балки производится отмериванием расстояний от какой-либо точки балки или киля (лучше всего от узлов присоединения расчалок) до начала выреза элерона в крыле. При этом расстояния справа и слева должны замеряться совершенно одинаковым образом. Замер лучше всего производить деревянной рейкой. Разница в расстояниях слева и справа не должна быть больше 8 мм.

12. Навесить рули. Рули навешиваются на крючки с помощью осторожного давления по направлению оси шарнира с одновременным вращением руля. Надетый руль контрится булавкой в каждом из шарниров. Максимально допустимый зазор между ушком шарнирного крючка и ушком болта — 2 мм.

13. Соединить тросы управления рулем высоты с кабанчиками рулей. Трос, протянутый сквозь вал управления, должен проходить по тем роликам, которые стоят дальше от обшивки фермы, т. е. по внешним роликам. Разветвление этого троса в виде двух проволочных тяг должно быть присоединено к нижним кабанчикам рулевой высоты.

14. Отрегулировать тросы руля высоты. Регулировка производится таким образом, чтобы при расстоянии центра конца задней ручки от вертикальной стойки фермы, равном 247 мм, обе половинки руля высоты находились в нейтральном положении, т. е. составляли бы продолжение стабилиза-

тора. Отклонения рулей высоты после отрегулировки должны быть равны:

вверх — не менее  $28^\circ$ , вниз — не менее  $18^\circ$  или, считая отклонения по задней кромке руля, вверх — не менее 240 мм, вниз — не менее 158 мм.

15. Присоединить тросы от педалей к кабанчикам руля поворотов и отрегулировать их. При нейтрально стоящих педалях задняя кромка руля поворота должна лежать в плоскости симметрии планера.

Присоединяя тросы, нужно следить за тем, чтобы они ни в нейтральном положении, ни при отклонениях не задевали друг за друга. Углы отклонения руля поворотов после регулировки должны быть не менее  $25^\circ$  в каждую сторону.

Контровка тандеров должна производиться мягкой железной (отожженной) проволокой диаметром от 0,5 до 0,8 мм, длиной около 300 мм.

Контровая проволока должна охватывать тело ушка, затем проходить по направлению к тросу обоими концами вместе сквозь ушко и, симметрично обвиваясь концами навстречу друг другу вокруг тела ушка, снова встретиться и вместе пройти сквозь два противоположных отверстия муфты, после чего должна быть отогнута концами навстречу друг другу вокруг ушка и закручена плоскогубцами.

16. Присоединить жесткую тягу управления элеронами к трехплечему рычагу, стоящему на переднем лонжероне левого крыла. Валик должен стоять головкой по направлению полета. Шплинтовка должна быть тщательной.

17. Через корневую форточку правого крыла освободить связанные бечевкой концы тросов управления правым элероном и, продев их сквозь отверстия в торцовых нервюрах обоих крыльев, присоединить с помощью валиков к переходным серьгам на трехплечем рычаге. При этом нужно следить за тем, чтобы тросы не вышли из канавок роликов в крыле.

18. Установив элероны в нейтральное положение, присоединить к переходным серьгам тросы управления левым крылом, проверив правильное положение тросов на роликах.

19. Отрегулировать элероны: при нейтрально установленной ручке задние ребра элеронов должны составлять продолжение задних ребер крыла; отклонения элеронов должны быть не менее, чем  $32^\circ$  вверх и  $27^\circ$  вниз.

Собранное управление должно действовать следующим образом:

а) при отклонении ручки от себя задняя кромка руля высоты должна опускаться;

б) при отклонении ручки вправо правый элерон должен подниматься;

в) при даче правой ноги задняя кромка руля поворота должна отклоняться вправо, по направлению полета;

г) управление буксирным замком производится следующим образом: при взятии ручки буксирного замка на себя, замок открывается.

После сборки необходимо осмотреть весь планер, не оставляя без внимания ни одного узла или контровки.

После такого детального осмотра при условии отсутствия дефектов планер может быть допущен к полетному испытанию с целью проверки регулировки и летных качеств.

Первый испытательный полет рекомендуется делать с одним пилотом на переднем сиденье.

Полеты с одним пилотом на заднем сиденье, в связи с изменением центровки, недопустимы ни при каких условиях и приведут к аварии.

Нормы эксплуатации планера устанавливаются Управлением эксплуатационно-технической службы ЦК ДОСАВ СССР.

## ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПЛАНЕРА А-2

Размах . . . . .	13,052 м
Длина полная . . . . .	6,23 »
Высота на стоянке . . . . .	2 »
Хорда крыла (макс.) . . . . .	1,7 »
Площадь крыльев . . . . .	16,13 »
Удлинение . . . . .	10,55 »
Вес пустого . . . . .	135 кг
Полная нагрузка . . . . .	169 »
Полетный вес . . . . .	295 »
Нагрузка на 1 м <sup>2</sup> . . . . .	18,3 »
Профиль крыльев . . . . .	P-III
Площадь вертикального оперения . . . . .	1,7 м <sup>2</sup>
Площадь горизонтального оперения . . . . .	2,15 »
Площадь элеронов . . . . .	1,02 »
Коэффициент статической перегрузки на случай А крыла . . . . .	7
То же при одном пилоте . . . . .	10
Качество максимальное . . . . .	13
Скорость снижения минимальная . . . . .	1,2 м/сек
Скорость крейсерская . . . . .	65—70 км/час

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	Стр. 3
Глава I. Основы теории полета с механизированного старта	
Силы, действующие на планер . . . . .	5
Взаимодействие сил на планер при изменении угла подъема . . . . .	8
Изменение скорости полета при изменении угла между направлением полета и направлением троса . . . . .	13
Изменение взаимодействия сил при изменении угла троса . . . . .	14
Лобовое сопротивление троса и его влияние на полет планера . . . . .	15
Мощность лебедки : . . . . .	16
Изменение перегрузки . . . . .	17
Различные способы набора высоты . . . . .	19
Подсчет сил, действующих на планер . . . . .	21
Глава II. Автостарт	
Сущность автостарта . . . . .	27
Оборудование автомобиля для автостарта . . . . .	28
Тарировка автостарта . . . . .	32
Проверка исправности оборудования автостарта . . . . .	34
Глава III. Тракторостарт	
Оборудование тракторостарта . . . . .	35
Тарировка тракторостарта . . . . .	43
Проверка исправности оборудования тракторостарта . . . . .	43
Глава IV. Электростарт	
Особенности электростарта и его оборудование . . . . .	46
Тарировка электростарта . . . . .	52
Проверка исправности электростарта . . . . .	53
Усовершенствованная электролебедка . . . . .	54
Глава V. Буксировочный трос	
Общие требования к буксировочному тросу . . . . .	58
Парашют буксировочного троса . . . . .	59
Глава VI. Организация и проведение полетов с механизированного старта	
Разбивка старта на планеродроме . . . . .	63
Стартовый наряд и его обязанности . . . . .	65
Обязанности механика буксировочного агрегата . . . . .	66
Техника работы на механическом старте . . . . .	68
Подготовка к выполнению полета . . . . .	68
Расчет скорости выбора буксировочного троса . . . . .	69
Взлет и особые случаи в полете . . . . .	70
ПРИЛОЖЕНИЯ. Основные правила эксплуатации планера А-2	
Осмотр планера . . . . .	73
Краткое техническое описание и инструкция по сборке и разборке планера А-2 . . . . .	76
Сборка планера . . . . .	78
Порядок сборки . . . . .	78
Основные данные планера А-2 . . . . .	82