

как показано в D.

Для практических целей мы можем принять, что на каждые 100 м высоты атмосферное давление уменьшается на величину, равную давлению столба ртути высотой около 9 мм.

Температура атмосферы уменьшается приблизительно на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м высоты. Это понижение температуры наблюдается до границ стратосферы (около 11 000 м), после чего температура практически остается постоянной на всех высотах. Летом изменение температуры с увеличением высоты более заметно, чем зимой, когда, как правило, она изменяется меньше, чем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м высоты. Однако, различные потоки воздуха на разных высотах могут вызывать известные отклонения в изменении температуры, но во всяком случае эти отклонения не превосходят $2,8^{\circ}\text{C}$.

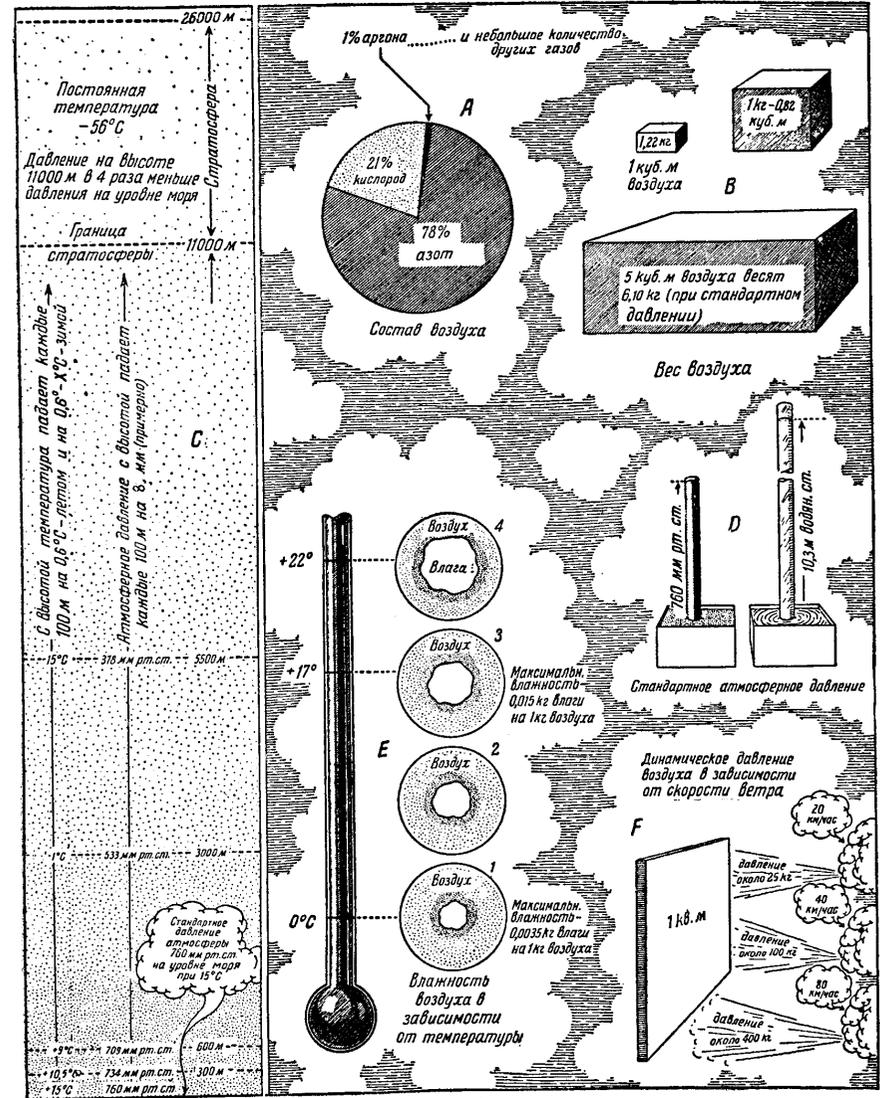


Рис. 208.

При одной и той же температуре воздух имеет определенную способность поглощать влагу. С повышением температуры тот же объем воздуха поглощает большее количество влаги, как это показано в E. Когда воздух насыщен настолько, что уже не может больше поглощать влагу, он достигает точки

росы при данной температуре и плотности. Предположим (*JE-4*), что слой воздуха при температуре 22°C насыщен влагой до точки росы. Если теперь эта влага попадет в слой воздуха .3, где температура ниже и где воздух содержит максимум влаги, возможный для данной температуры, то он должен будет освободиться от избытка влаги, которая выйдет из него в виде воды. Чем быстрее падение температуры, тем быстрее и сильнее конденсация.

Чтобы получить представление о способности воздуха поглощать влагу при разных температурах, укажем, что при 0°C воздух может удерживать только $0,0035\text{ кг}$ влаги на 1 кг своего веса, тогда как при $21,1^{\circ}\text{C}$ он удерживает влаги в четыре раза больше.

Следует также упомянуть о динамической силе воздуха, когда он движется над земной поверхностью с разной скоростью. На *F* показано ясно, как изменяется давление на квадратный метр плоской поверхности с изменением скорости ветра.

Вернемся к *E*. На рисунке хорошо видно, что чем воздух холоднее, тем меньше он содержит влаги. Поэтому вам должно быть понятно, почему образуются облака над холодной поверхностью, например, зимой; теплый, насыщенный влагой воздух был принесен, поднялся над холодным воздухом, и в результате произошла конденсация.

Рис. 209. Когда насыщенный влагой воздух внезапно охлаждается, непосредственно у поверхности земли образуется туман. Если такое охлаждение воздуха происходит высоко над землей, образуются облака. Для наглядности приводим средние высоты, на которых образуются основные виды облаков. Средняя высота облаков летом больше, чем зимой. Слоистые облака представляют собой поднявшийся туман. Этот туман не рассеивается окончательно, но поднимается выше и при известных условиях может образовать один из видов облаков, показанных на рисунке. Самые густые облака обычно находятся на высоте от 900 до 5 000 м. Летом, когда полет совершается вблизи кучевых облаков, мы можем встретить нечто вроде вихря; но если мы поднимемся выше облаков, есть шансы на

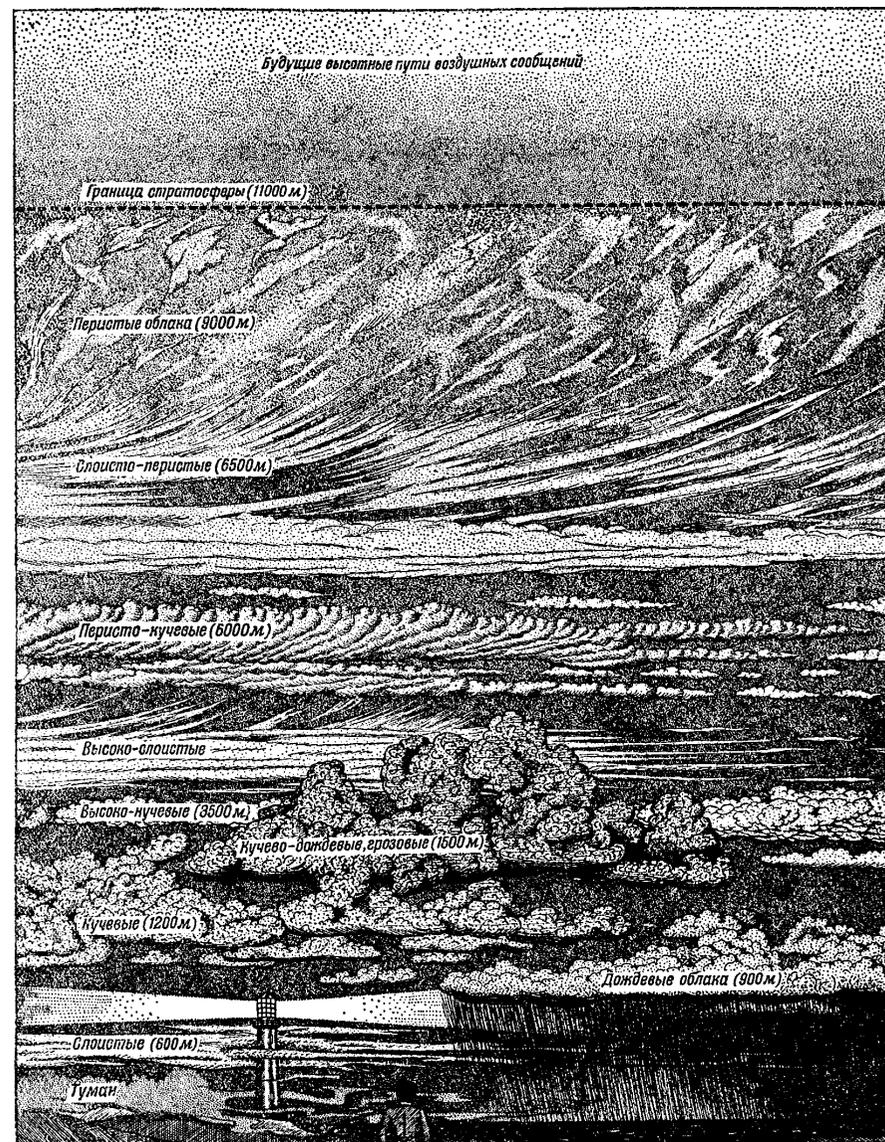


Рис. 209.



Рис. 210.



Рис. 211.

то, что полет пройдет в спокойном воздухе. Я не люблю грозных облаков; во всяком случае я охотнее полечу под ними или даже над ними, чем внутри них. Эти облака сопровождаются восходящими потоками воздуха значительной силы. Эти течения заставляют частицы воздуха, воды и паров тереться друг о друга и являются причиной заряжения их электричеством и грозных разрядов. Мы не говорим, что молния, ударив в самолет, может причинить ему вред, так как большинство современных самолетов — металлические и являются хорошими проводниками электричества. Если самолет попадет в поле электрического разряда, молния может просто пройти сквозь него к другому электрическому полюсу. Совсем иначе будет, если крылья самолета металлические, а корпус деревянный, без металлического соединения между крыльями. В этом случае электрическому разряду пришлось бы проскочить промежутком между крыльями и тем разрушить самолет.

Вихри около грозных облаков всегда сильнее над горами, чем над равниной. Толщина грозных облаков может достигать до 3 000 м и даже более. Поэтому, пролетая сквозь них (с помощью соответствующих приборов, как мы увидим ниже), надо быть готовым ко всему. При встрече облачного образования вблизи высоких гор рекомендуется лететь как можно выше над горными вершинами, так как восходящие потоки воздуха будут там не только слабее, но и равномернее, т. е. порывы ветра не будут такими сильными.

Помимо восходящих потоков в воздухе встречаются и нисходящие, часто называемые «воздушными ямами».

Большинство современных воздушных линий находится в районах большой облачности, а так как наличие облачности является обстоятельством, тесно связанным с выполнением полетов, то необходимо изучение образования облаков и их передвижений. Часто образуются коридоры между двумя слоями густых туч, и здесь можно найти не только спокойный, но и живописный воздушный путь.

По мере того как мы поднимаемся выше, облака становятся прозрачнее и тоньше. Над высокими кучевыми облаками, как правило, мы найдем отличный воздушный путь. На еще больших высотах облака вообще не могут влиять на полет.

Рис. 210. Случайные броски, которые самолет испытывает во время полета, происходят вследствие порывов ветра, а также потому, что холодный воздух движется к земле, а нагретый — кверху. Проходя сквозь такие течения, самолет, естественно, получает толчки. В нормальных условиях эти течения не представляют опасности. Более спокойные районы могут быть найдены на больших высотах, где разница температур значительно меньше.

Рис. 211. Воздух постоянно движется вдоль земной поверхности от пунктов высокого атмосферного давления к пунктам более низкого давления. Движущийся воздух — это ветер. Если на пути воздуха расположены горы, он отклоняется вверх или вниз, согласно контуру гор.

Воздух имеет определенную вязкость, что является причиной трения между его нижними слоями и поверхностью гор; трение вызывает уменьшение скорости ветра в непосредственной близости от гор. Так как скорость ветра тут не может быть больше, чем в верхних слоях, то движение воздуха делается порывистым — вихревым. Избежать вихревого района можно, поднявшись выше, как показано на А.

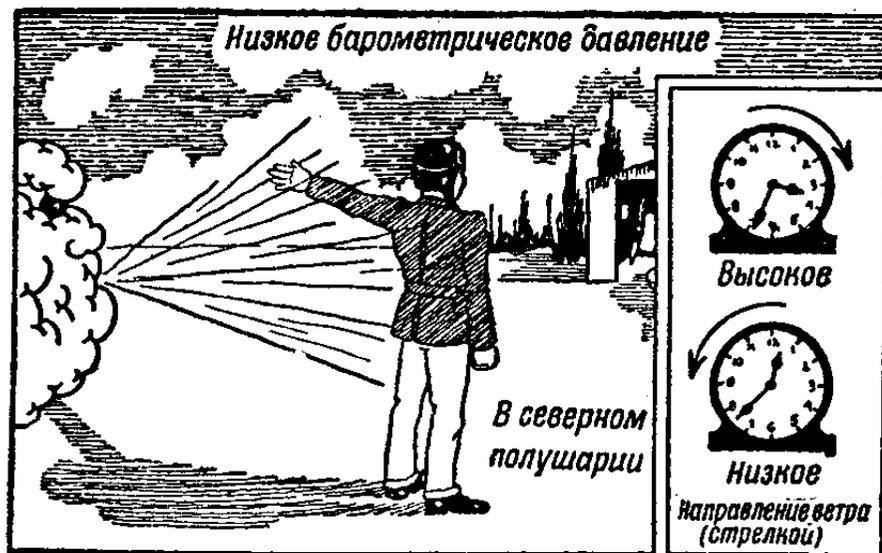


Рис. 212.

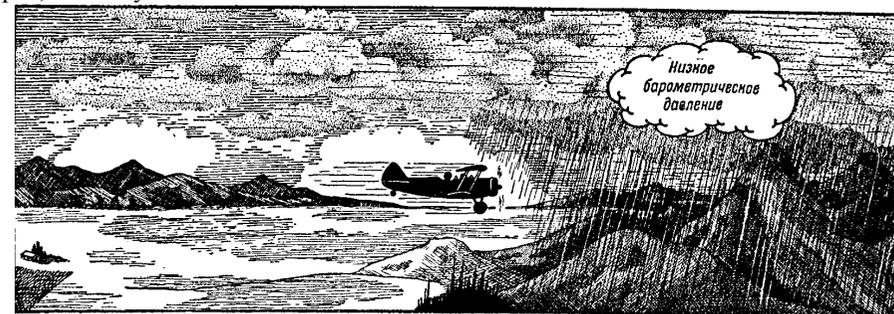
Рис. 212. Этот рисунок дает вам хороший способ определения приблизительного положения района низкого барометрического давления. Станьте спиной к ветру. Область низкого барометрического давления будет приблизительно слева от вас, если вы находитесь в северном полушарии. Если же вы находитесь в южном полушарии, область низкого барометрического давления будет справа от вас.

Наибольшее атмосферное давление обычно бывает около 10 часов утра, а наименьшее — около 16 часов. Поэтому большинство штормов наблюдается после полудня, когда наиболее значительна разница атмосферного давления в наивысшем и наинизшем его районах. Как правило, летом атмосферное давление над океаном больше, чем над сушей. Зимой — наоборот. Зная приблизительно, где находится ваш недруг, вы можете его избежать.

...Вы летите. Вы поднялись из района, где преобладает хорошая погода. Вы считаете, что не можете закончить полет, не пройдя через область низкого барометрического давления, где, возможно, встретите бурю. Если вы находитесь в сильно холмистой или гористой области, то лучше, если вы обойдете шторм. В этом случае «более длинный путь есть кратчайший, чтобы придти домой»... Избегайте шторма — летите, обходя его.

Рис. 213. Вблизи области низкого барометрического давления вы можете встретиться с так называемой *линией шквала*, т. е. с сильным ветром и дождем. Легко определить, даже издалека, в каком направлении движется

шквал, и обойти его стороной. Если дождь падает влево, то шторм пересекает ваш путь справа налево. Прежде чем свернуть с вашего воздушного пути, постарайтесь заметить какой-либо ориентир, который поможет вам возвратиться на ваш первоначальный путь. Отмечайте свое продвижение по карте, компасу и часам.



Определение высоты облаков. Ночью высота облаков определяется следующим образом: маяк, светосилой в миллион свечей, направляет свой луч вертикально к облакам. С определенного, точно измеренного расстояния от маяка наблюдатель направляет свой инструмент прямо на освещенную часть облака и измеряет угол. После этого высота облаков легко определяется решением простой тригонометрической задачи, в которой известны основание и один из углов треугольника, образуемого наблюдателем, маяком и освещенной точкой облака. • Днем высоту облаков определяют наблюдением за полетом шара-пилота, имеющего подъемную силу, равную около 0,142 кг. При отсутствии ветра скорость подъема шара составит около 190 м в минуту в течение первых 5 минут, а в дальнейшем — около 180 м в минуту. Время, которое нужно шару, чтобы исчезнуть в облаках, умноженное на скорость подъема, дает высоту облаков. При наличии ветра шар будет подниматься и в то же время двигаться в горизонтальном направлении.

Рис. 214—219. Так как мы не можем измерить скорость ветра у земли в любое время, то эти рисунки помогут нам определить приблизительно силу ветра. Для приближенного измерения скорости ветра этот способ вполне достаточен. В конечном итоге вы не ошибетесь, если скажете, что «ураган разрушителен», когда видите, что в воздухе летят обломки деревянных домов, кирпичи и деревья.

Грозовые бури в США движутся со скоростью 60—80 км/час, над океаном движение обычно быстрее, чем над сушей. Скорость смерча, за которым легко наблюдать издалека, та же, что и грозовой бури, а потому его также нетрудно избежать.

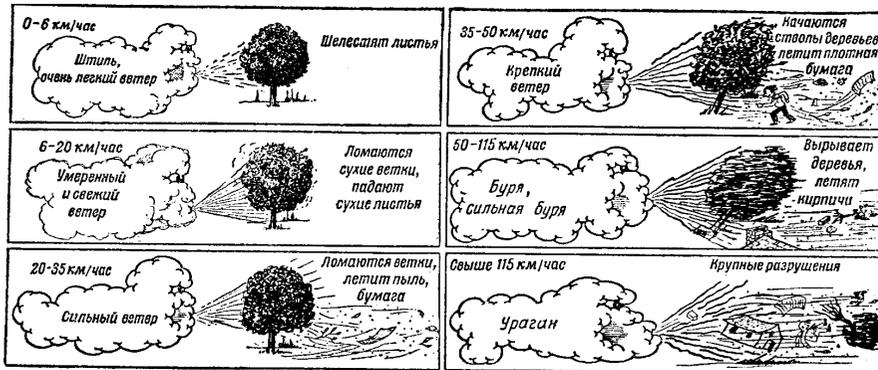


Рис. 214—219.

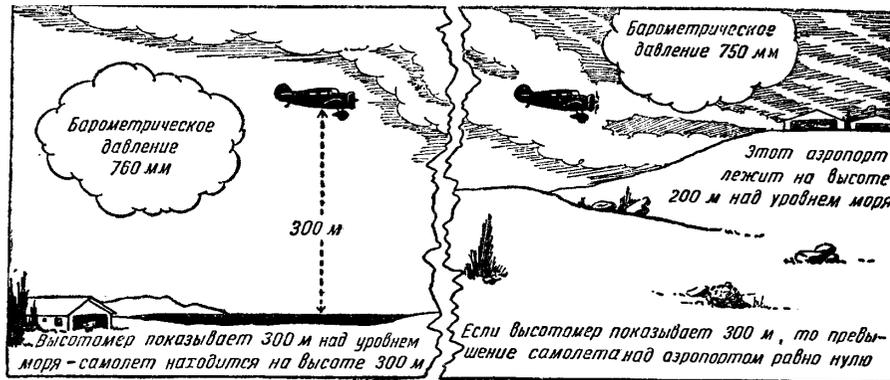


Рис. 220.

Рис. 220. Высотомер и барометрическое давление. Высотомер, как вам известно, показывает высоту в зависимости от атмосферного давления. Атмосферное же давление уменьшается с высотой. Если высотомер находится на уровне моря, он изменяет свои показания при изменении барометрического давления. Поэтому его показания будут верны только при одинаковом барометрическом давлении как в месте вылета, так и в месте прилета. Конечно, он не покажет правильного превышения одного места над другим, если барометрическое давление на них различно, а потому мы должны вносить соответствующую поправку. Если вы летите при хорошей видимости из района высокого давления в район низкого давления, то не так важно, что вы не внесли поправки в показание высотомера, если только вашей посадке не мешает плохая видимость. Но если вам необходимо спускаться с большой высоты сквозь облака и иногда при очень плохой видимости земли, вы должны точно знать высоту над пунктом посадки. Если ваш самолет имеет приемопередаточную радиостанцию, то достаточно запросить у находящейся под вами

станции точные сведения о давлении в данном пункте и внести соответствующую поправку в показания высотомера. Приведем для иллюстрации два примера. Первый пример. Вы поднялись с аэродрома, расположенного на уровне моря. Барометрическое давление для этого пункта в момент подъема равнялось 760 мм.

Вы направили самолет из одного аэропорта в другой, который находится на высоте 200 м над уровнем моря, т. е. на 200 м выше вашего аэропорта. При этом барометрическое давление во втором аэропорту случайно было также равно 760 мм. Вы летите, выдерживая по высотомеру высоту 300 м вплоть до того момента, пока не прибудете к месту назначения, а так как оно находится на 200 м выше уровня моря, то, когда вы подходите, ваша настоящая высота над землей будет равна 100 м.

Второй пример. Вы вылетели из первого аэропорта, который имел барометрическое давление 760 мм, и направились ко второму аэропорту, в котором барометрическое давление в это время было 750 мм. Вы опять летите на высоте 300 м по вашему высотомеру. Но когда вы подлетите к пункту назначения, вы будете находиться на высоте 200 м над уровнем моря, т. е. как раз на той высоте, на которой расположен второй аэропорт.

Ошибка в показании высотомера произошла из-за разницы в барометрическом давлении, которая измеряется разницей в 10 мм на каждые 100 м шкалы высотомера.

Запомним, что при полете из района с хорошей в район с плохой погодой или от высокого барометрического давления к низкому всегда будут наблюдаться разница барометрического давления и соответствующая погрешность в показании высотомера.

При полете в плохую погоду особенно тщательно учитывайте наличие горючего, имея в виду, что вам, возможно, придется преодолевать встречные ветры, обходить шторм, изменять курс и подниматься на большую высоту, чем было намечено первоначально.

^ Давления взяты приведенными к уровню моря.—РеЭ,

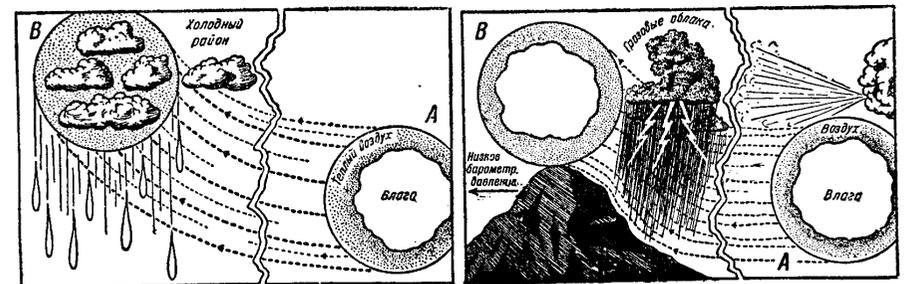


Рис. 221.

Рис. 222.

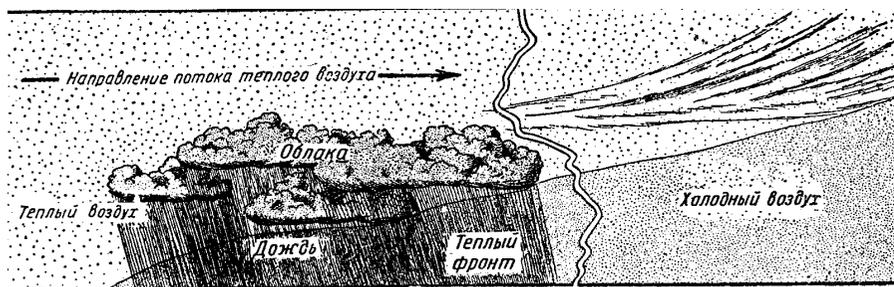


Рис. 223.

Если вследствие какой-либо причины остается слишком мало горючего, самое лучшее, что вы можете сделать, — это спуститься на ближайшем аэродроме, даже если бы для этого вам пришлось отклониться от своего пути. Не ждите, пока последняя капля бензина будет израсходована в воздухе. Приземляйтесь, пока горючее еще есть.

Но если найти аэродром невозможно и в то же время запас горючего у вас ограничен, вы должны хорошо знать свою наиболее экономную скорость, тогда вы еще имеете шансы добраться благополучно. Если горючее в баке подходит к концу, уменьшайте скорость вашего полета. Так как нагрузка самолета горючим стала меньше — большая часть его уже сгорела, — уменьшение мощности мотора и расхода горючего даст вам возможность пролететь большее расстояние.

Погода в любой местности зависит от характера воздушных масс, их влажности, температуры и их перемещений.

Предсказание (прогноз) погоды основано на анализе состояния воздушных масс и так называемых фронтов. Воздушные массы одного и того же строения и температуры смешиваются между собой хорошо, но если их характер различен, то летчик, попадая на грань встречи двух различных масс, испытывает порядочно неприятностей. Рассмотрим две разные по своему характеру воздушные массы. Представим себе массу очень холодного полярного (арктического) воздуха — плотную и с небольшим содержанием влаги. Если такая масса полярного воздуха будет двигаться к континенту, то она, вследствие постепенного нагревания и поглощения влаги, может стать весьма неустойчивой.

Теплые воздушные массы могут быть тропическими континентальными, тропическими морскими — атлантическими или тихоокеанскими. Перемещение воздушных масс обуславливается разницей барометрического давления как в них самих, так и в воздушных массах, их окружающих.

Различные воздушные массы как бы борются друг с другом за превосходство. Количество влаги в воздухе зависит не только от температуры, но и от времени пребывания данной массы воздуха над океаном. Например, воздух,

который движется от океана, будет содержать гораздо больше влаги, если он находился над океаном четыре дня, чем воздух, пробывший над ним лишь два дня.

Невозможно дать на нескольких страницах все сведения о причинах, которые в разных комбинациях влияют на погоду, но если вы будете помнить основы образования тех или иных атмосферных явлений и используете весь ваш опыт, вам нетрудно будет при получении необходимых метеорологических данных определить вероятную погоду в данном районе.

Рис. 221. Если в воздухе нет облаков, то не будет ни дождя, ни снега, ни слякоти. Облака образуются потому, что влага, содержащаяся в воздухе, сгущается от охлаждения; это происходит, когда влажная воздушная масса *A* поднимется до высоты, указанной в *B*. При подъеме теплый воздух расширяется и освобождает скрытую теплоту, в то время как влага сгущается и образует различные облака. Если этот процесс происходит постепенно, то в данном районе нельзя ожидать серьезных перемен погоды.

Рис. 222. Влажный воздух может динамически подниматься до высоты постоянно холодных масс. Если масса *A* движется от области высокого давления к области низкого барометрического давления и встречает на своем пути высокие горы, она может быть очень быстро поднята в положение *B*. Охлаждение массы *A* на этой большой высоте будет очень энергичным и скрытая теплота

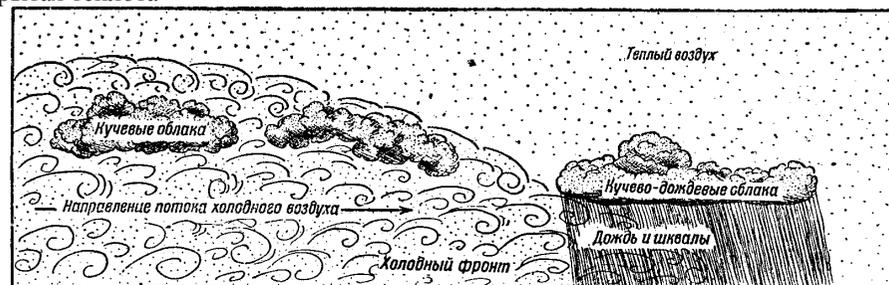


Рис. 224.

освободится так быстро, что весьма сильно завихренный восходящий воздушный поток будет сопровождаться образованием грозовых облаков. Интенсивность воздушных возмущений зависит в значительной мере от точки росы в массе *L*, от разницы температур верхнего и нижнего районов гор и от скорости восходящего движения влажного воздуха.

Рис. 223. Когда масса теплого воздуха встречает массу холодного воздуха, теплый воздух будет подниматься выше холодного, как показано на рисунке, и отдаст ему часть своего тепла. В результате этого процесса образуются низкие дождевые облака и может пойти дождь.

Рис. 224. Если холодная воздушная масса встретит на своем пути довольно спокойный теплый, влажный воздух, она быстро подойдет под теплую воздушную массу и также быстро отнимет часть ее теплоты. Тогда могут образоваться грозовые облака с обычными для них воздушными возмущениями и возможен сильный дождь со шквалом.

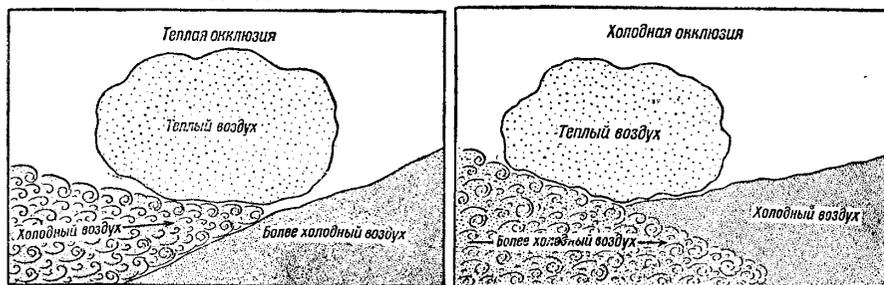


Рис. 225.

Рис. 226.

Рис. 225. Если холодная воздушная масса встретила еще более холодную воздушную массу вблизи теплой воздушной массы, последняя будет поднята двумя холодными массами, как гигантским клином. Район, в котором будет иметь место это явление, даст множество неблагоприятных для летчика изменений погоды.

Рис. 226. Если холодный воздух встречается с холодным в присутствии теплой воздушной массы, то в результате образуется «холодный фронт», что вызывает в большинстве случаев весьма неблагоприятную для полетов погоду.

XII ГИРОСКОП И ГИРОСКОПИЧЕСКИЕ ПИЛОТАЖНЫЕ ПРИБОРЫ

Принцип гироскопа был успешно применен в авиации после нескольких лет опыта и изучения. Без этого прибора полеты при плохой погоде были бы невозможны.

Гироскоп состоит из маховика, вращающегося с большой скоростью. Когда он вращается вокруг своей оси, он быстро превращается из мертвого куска металла в очень живую и капризную деталь. Его главными свойствами становится тогда прецессия — способность сохранять положение своей оси в пространстве.

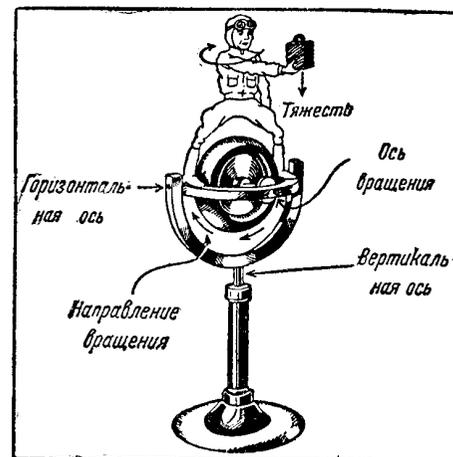


Рис. 227

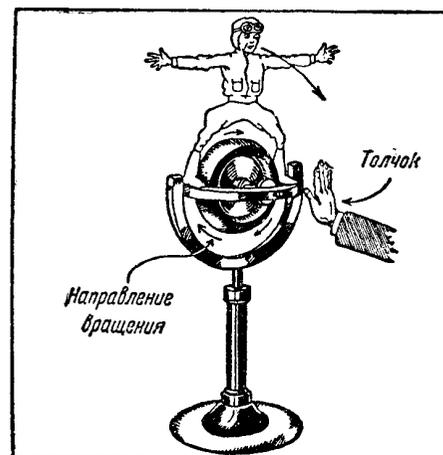


Рис. 228.

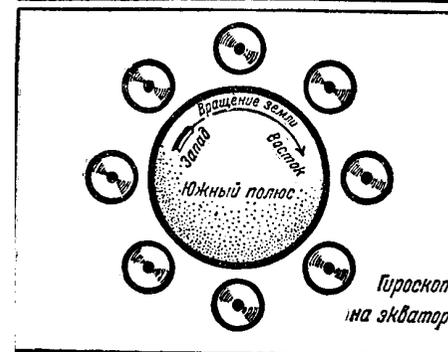


Рис. 229.

Рис. 227. Для опыта гироскоп устанавливается, как показано на рисунке. Он может поворачиваться вокруг трех осей: главной, вокруг которой он вращается, и двух других. Предположим теперь, что фигура, стоящая наверху гироскопа, как показано на рисунке, невесома. При таких условиях гироскоп будет вращаться, сохраняя в пространстве неизменное положение. Дадим небольшую тяжесть в руки воображаемой фигуры, тогда гироскоп начнет вращаться около своей вертикальной оси слева направо, вместо того чтобы повернуться вокруг горизонтальной оси, как этого можно было ожидать. Это движение будет продолжаться, пока вращается гироскоп и пока действует сила тяжести. Если вращение гироскопа будет направлено в другую сторону и мы повторим тот же самый опыт, вращение вокруг вертикальной оси будет справа налево.

Рис. 228. Если мы приложим внешнее усилие к одному из концов горизонтальной оси, как показано на рисунке, то гироскоп начнет вращаться вокруг своей горизонтальной оси, увлекая за собой воображаемую фигуру, которая упадет вперед. При обратном же направлении вращения гироскопа фигура упадет назад вместе с гироскопом. Этот опыт, как и опыт, показанный на рис. 227, указывает на основное свойство гироскопа, на прецессию, заключающуюся в том, что гироскоп всегда изменяет положение своей оси, двигаясь под прямым углом к оси действия внешней силы.

Рис. 229. Гироскоп сохраняет свое положение в пространстве, а также и относительно земли, если он вращается в плоскости, совпадающей с плоскостью экватора. Ось вращения гироскопа направлена в этом случае к полюсам земли.

Рис. 230. Поместим вращающийся гироскоп опять на экватор, но на этот раз так, чтобы ось вращения была направлена, как показано на рисунке, с востока на запад. При этих условиях гироскоп опять сохранит свое положение в пространстве. Однако, вследствие вращения земли, ось вращения гироскопа будет постепенно перемещаться по направлению к центру земли. Через 6 часов ось вращения будет направлена к центру земли. Через 12 часов она будет опять направлена слева направо. Такое перемещение будет продолжаться до истечения 24 часов, когда гироскоп сделает один полный оборот вокруг своей горизонтальной оси. Гироскоп в таком виде не может быть использован для каких-либо практических целей, так как он меняет свое положение относительно земли. Если бы самолет следовал по указаниям такого гироскопа, он летел бы сперва горизонтально, а затем его хвост начал бы обращаться все более и более к южному полюсу. Другими словами, как самолет, так и гироскоп сделали бы один полный оборот за 24 часа, что, может быть, и интересно, но, конечно, не имеет практического значения. Это указывает на важное свойство гироскопа — его способность сохранять постоянство положения своей оси в пространстве.

Рис. 231. Поэтому были найдены пути и способы для того, чтобы гироскоп сохранял положение своей оси вращения относительно земли, как показано на рисунке. Как это было достигнуто, увидим дальше. Гироскоп с горизонтальной осью вращения применяется в гиropolуком-пасе Сперри.

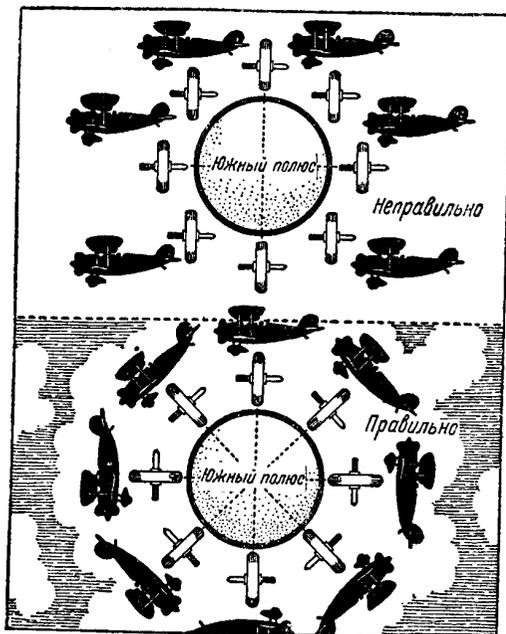


Рис. 230.

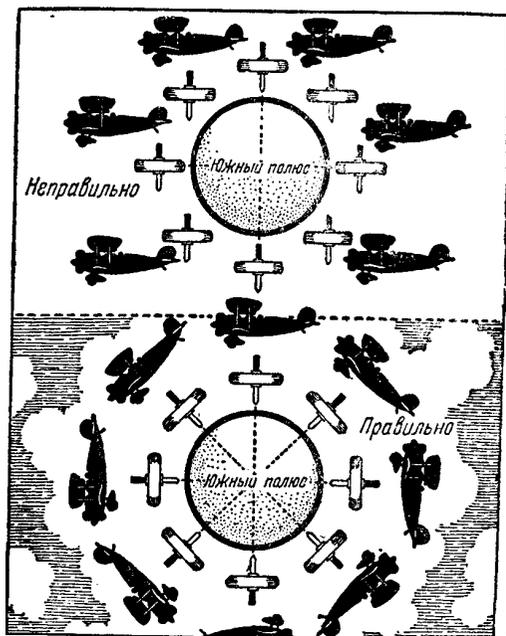


Рис. 232.

Рис. 233.

Рис. 232. На этом рисунке гироскоп опять находится в плоскости экватора, так что его ось вращения направлена, к центру земли. В данном случае получается то же, что и на рис. 230. Поэтому мы не можем применять гироскоп до тех пор, пока не заставим ось его вращения оставаться в одном и том же относительном положении, т. е. постоянно быть направленной в центр земли, как это показано на следующем рисунке.

Рис. 233. Гироскоп, ось вращения которого направлена постоянно к центру земли, независимо от того, в какой точке земной поверхности он находится, представляет собой тип гироскопа, применяемого в авиагоризонте Сперри. Это достигается, как будет объяснено ниже, специальной карданной подвеской и особой коррекцией.

Первые паровые машины не имели автоматически закрывающихся и открывающихся золотников; за их работой следил специальный человек, который открывал и закрывал золотники вручную каждый раз, когда требовалось пустить пар в цилиндры. Маленький гироскоп на самолетах играет такую же роль, как автоматические золотники в паровой машине.

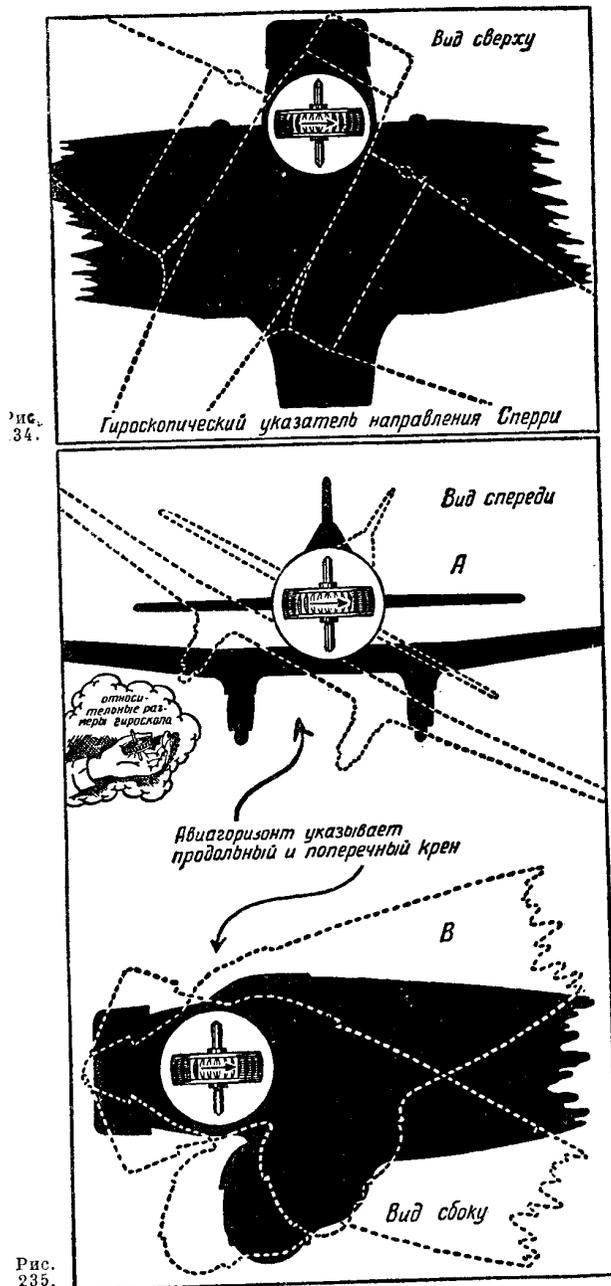


Рис. 234. Гироскопы, применяемые в этих приборах, так малы, что едва покрывают ладонь. Они весят 397 г и вращаются со скоростью 12 000 об/мин. На рисунке показан гироскоп в увеличенном виде. Гироскоп с горизонтальной осью вращения сохраняет свое постоянное положение относительно любого ориентира на земле. Самолет может поворачиваться вокруг гироскопа и может быть поставлен относительно него в разные положения по направлению; однако, самолет ставится гироскопом всегда в одно и то же положение относительно выбранного ориентира,— обычно северного полюса, указываемого компасом.

Рис. 235. Во время работы гироскоп с вертикальной осью вращения имеет только одно положение относительно земли, т. е. его вертикальная ось всегда направлена к центру земного шара. Поэтому, если в положении самолета относительно гироскопа будут боковые или продольные крены, как это показано в *Ав К.* то они будут соответствовать таким же изменениям положения самолета относительно земли. Если мы хотим, чтобы гироскоп служил нашим целям, он должен быть статически и динамически уравновешенным с величайшей точностью, иначе при вращении со скоростью 12 000 об/мин могут возникнуть совершенно нежелательные силы на цапфах его оси. Трение на обоих концах этой оси, поддерживающей гироскоп, доводится до величины, которой можно пренебречь, так что можно сказать, что вращение происходит без трения. Помнить об этом необходимо, так как отсутствие заметного трения в гироскопах должно поддерживаться с величайшей заботливостью при их эксплуатации

Когда самолет поднимается в ясную погоду, то ориентировочной линией, по которой вы можете установить его положение относительно земли, является видимый естественный горизонт. Но если он закрыт туманом и облаками и невидим невооруженным глазом, то самолет можно вести с помощью искусственного горизонта таким же способом, как и при помощи естественного горизонта.

Рис. 236. Авиагоризонт Сперри. Вращающийся гироскоп помещен в кожух; его ось вращения вертикальна. Сила, вращающая гироскоп, создается по принципу турбины напором воздуха, проходящего через маленькую трубку (трубку Вентури) (рис. 238). Пройдя через лопасти гироскопа, воздух выходит через четыре отверстия, расположенные на нижнем конце кожуха. Половина каждого из этих отверстий закрывается маятниковым клапаном, как показано на рис. 236. Когда ось вращения гироскопа вертикальна, воздух выходит равномерно через все четыре отверстия. Но как только ось вращения гироскопа отклоняется от вертикального положения, соответствующий маятниковый клапан немедленно прекращает равномерный выход воздуха через выпускное отверстие (площадь всех четырех выпускных отверстий остается неизменной). Если из одного отверстия выпускается больше воздуха,

то выходящая струя создает небольшую силу, действующую на нижнюю часть кожуха гироскопа; в силу этого возникает прецессия, т. е. вращение гироскопа начинает происходить вокруг оси, находящейся под прямым углом к приложенной извне силе, и тем самым его ось вращения опять устанавливается в вертикальном положении.

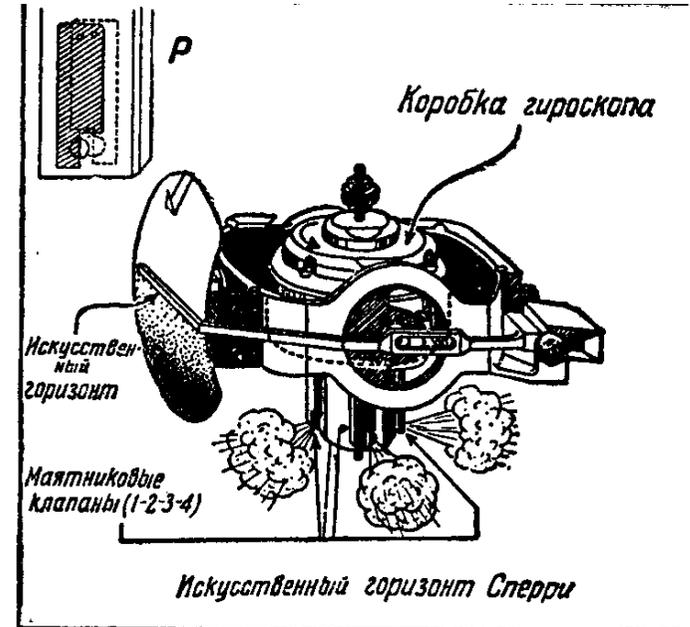


Рис. 236

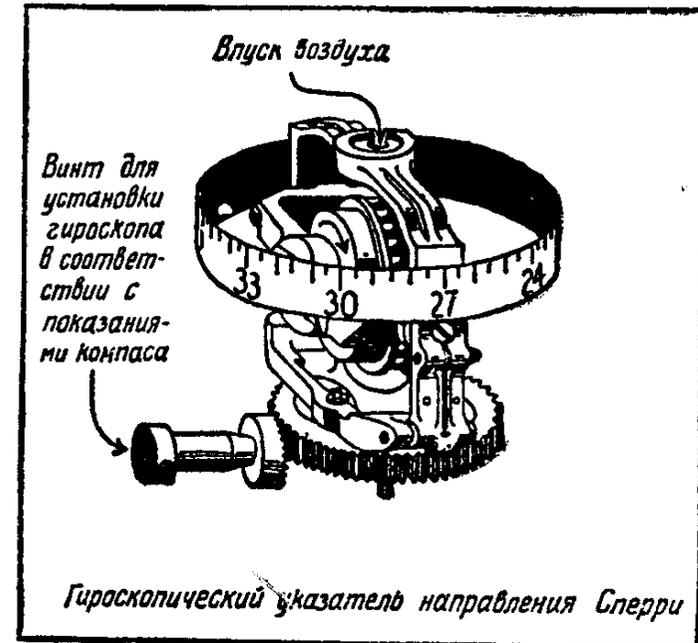


Рис. 237

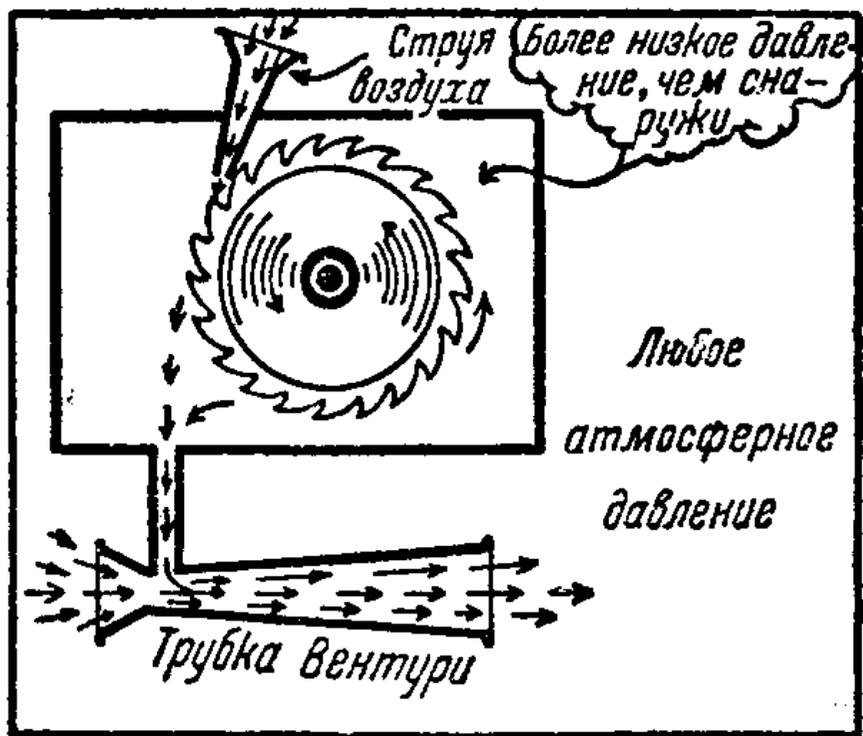


Рис. 238.

Ось вращения гироскопа не должна отклоняться от вертикали более, чем на четверть градуса до того, как отклонение начнет исправляться неравномерным выпуском воздуха.

Рис. 237. Гирополукомпас Сперри. Если самолет летит по прямой линии в спокойном воздухе, магнитный компас укажет нужный, правильный курс. Но если он летит в неспокойной атмосфере, магнитный компас может колебаться («рыскать»). Тут приходят к нам на помощь более устойчивые показания гирополу-компаса. Повертывая кнопку, мы можем повернуть гироскоп вместе с картушкой в направлении, соответствующем направлению по компасу. Рекомендуется согласовывать показания гирополукомпаса с магнитным компасом каждые 15—20 минут полета.

Рис. 239—247. На этих рисунках изображены положения, как их видит находящийся в самолете. Заметьте положение самолета относительно естест-

венного горизонта. Положение маленького самолета относительно авиагоризонта аналогично положению настоящего самолета относительно естественного горизонта.

Опыт учит нас, что аэронавигационные приборы на самолетах оправдывают себя лишь в тех случаях, когда их показания правильно учитываются.

Автопилот Сперри для автоматического управления самолетом, авиагоризонт и гирополукомпас указывают точное положение самолета относительно земли, равно как и направление его движения. Если в положении происходит какая-либо перемена, вы учитываете показания этих приборов и действиями рулей приводите самолет в желаемое положение. В автоматическом полете отсчеты упомянутых приборов передаются непосредственно сервомоторам, воздействующим на соответствующие органы управления так, как это делали бы вы сами.

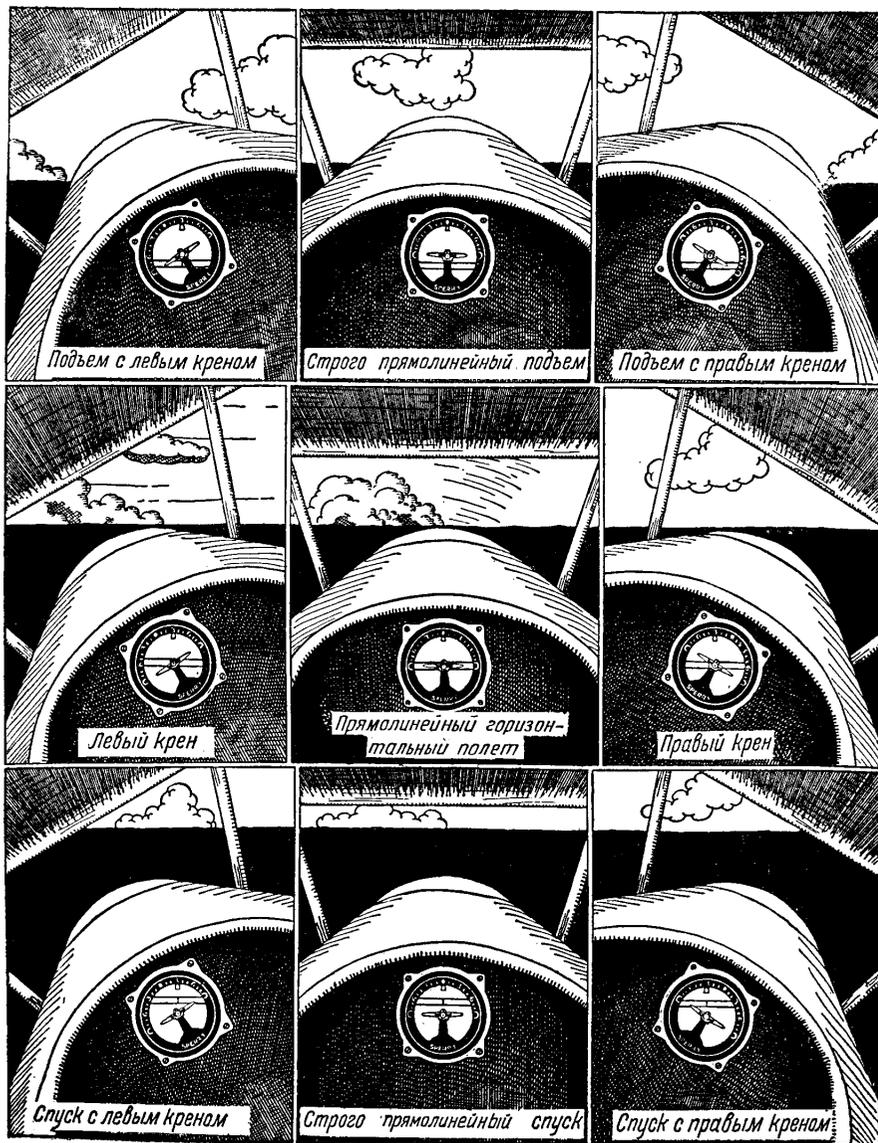
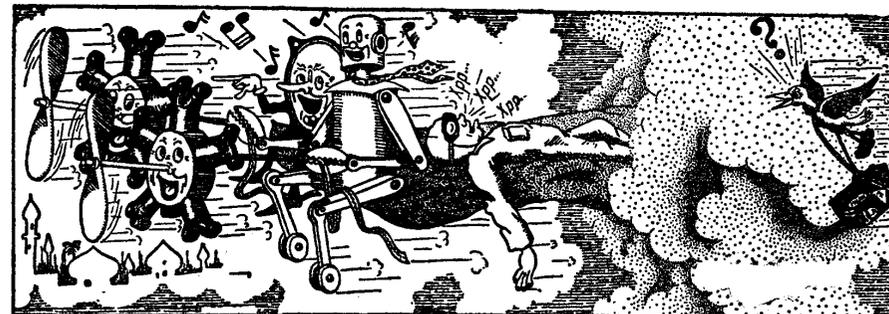


Рис. 239, —247.



Как мы теперь знаем, маленький быстро вращающийся гироскоп очень чувствителен. Поэтому мы и можем применять его для управления самолетом. Но сила гироскопа слишком мала по сравнению с силой, необходимой для управления самолетом.

Поэтому сила самого гироскопа для управления рулями не используется. Как мы знаем, гироскопы искусственного горизонта и полукompаса удерживают свое постоянное положение не по отношению к пространству, а относительно земли. Когда самолет меняет свое положение, клапаны, выпускающие воздух, открываются и закрываются, — вот эти-то клапаны и приводят в действие сервомоторы, управляющие рулями и элеронами. Для ясности мы рассмотрим только работу элеронов, так как остальные два органа управления действуют таким же образом.

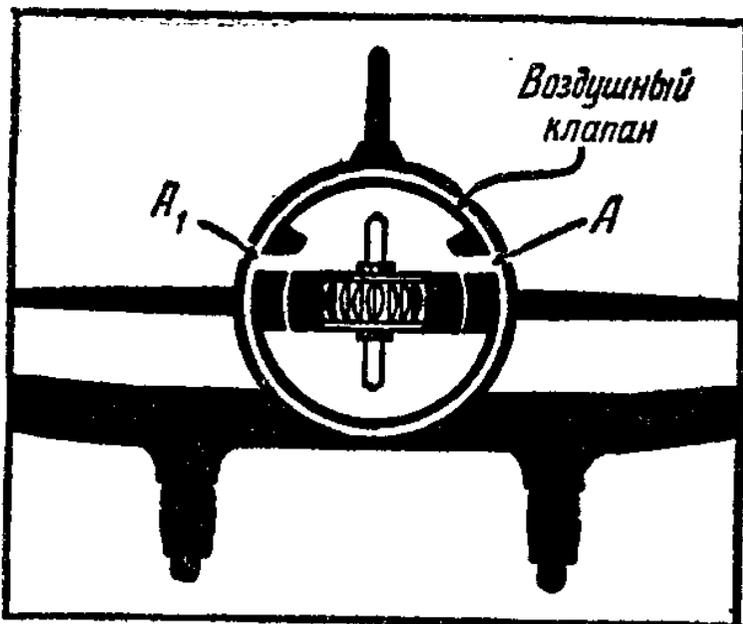


Рис. 248.

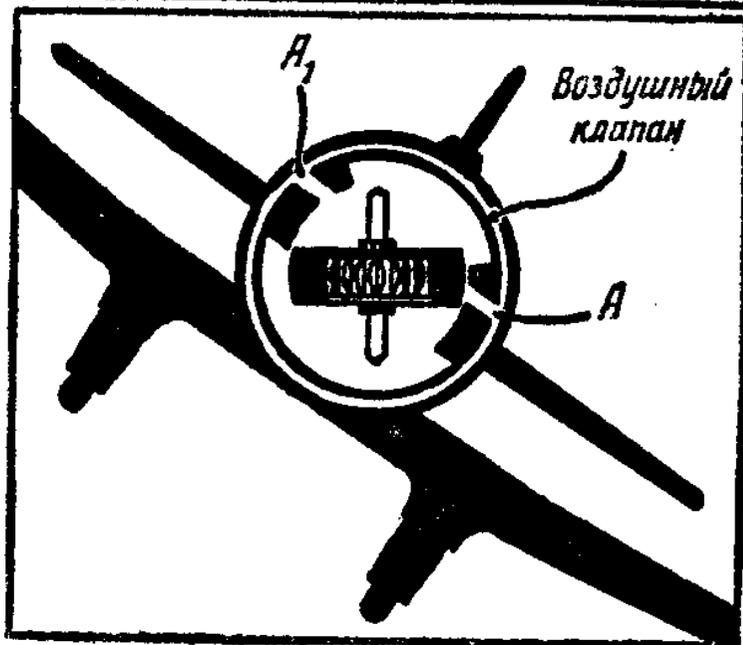


Рис. 249.

Рис. 248. Самолет в горизонтальном положении. Открыты оба отверстия A и A_1 .

Действие отверстий будет объяснено ниже.

Рис. 249. Если самолет примет положение, указанное на рисунке, он переместится относительно воздушных клапанов, и это заставит отверстие A закрыться. Если крен самолета будет меньше, то и клапан закроется частично. Как видите, поверхность гироскопа не связана с клапаном. Поэтому перемещение самолета и клапана относительно гироскопа не вызовет трения, которое могло бы приш-жис.ть к гироскопу нежелательные внешние силы.

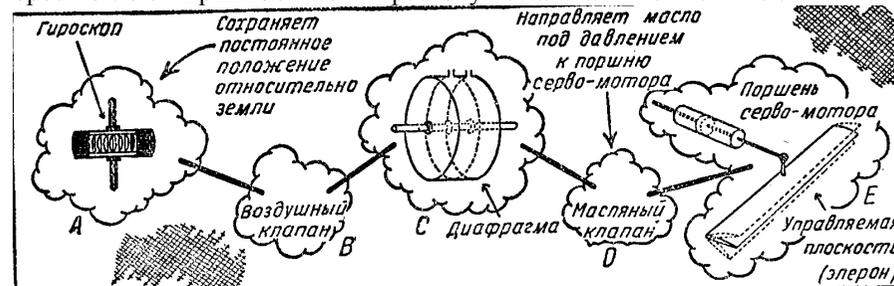


Рис. 250

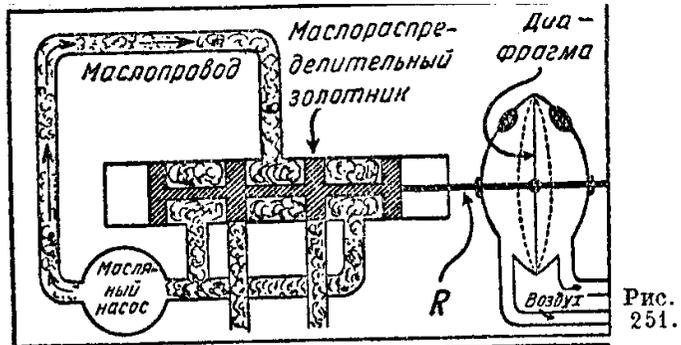


Рис. 251.

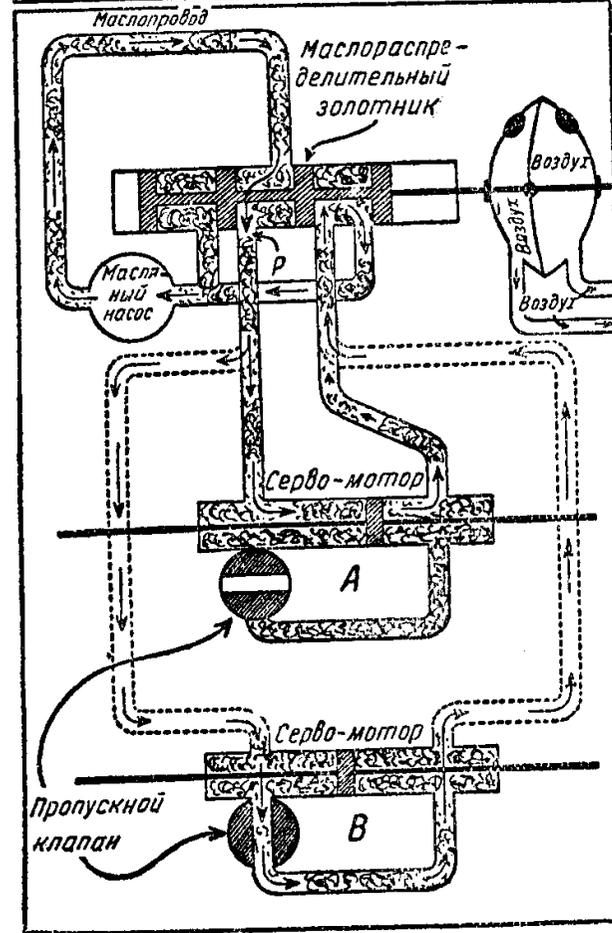


Рис. 252.

При первых попытках применить для автопилота принцип гироскопа Сперри засасывающая сила, необходимая для вращения гироскопа, получалась от трубки Вентури, один конец которой выставлялся вне самолета навстречу воздушному потоку. Это приспособление, хорошо действовавшее при полете в хорошую погоду, отказывало в плохую, когда гироскоп был гораздо нужнее. Бывали случаи, когда трубка Вентури забивалась ледяной коркой или водой, что прекращало работу прибора.

В современных приборах вращение гироскопа происходит с помощью воздушной помпы, работающей от мотора самолета. Помпа действует только во время работы мотора. На больших многомоторных транспортных самолетах применяется несколько помп, но так как для работы гироскопа достаточно одной, то остальные остаются в запасе. Тем не менее все это не избавляет от необходимости пользоваться трубкой Вентури, как вспомогательным прибором на случай неисправности помп.

Гироскопы в значительной степени увеличили безопасность полетов и позволили современным самолетам летать в такую погоду, когда даже птицы не решаются покинуть землю. Маленькие гироскопы весьма помогли наладить регулярные воздушные сообщения.

Рис. 250. Этот схематический рисунок позволяет выяснить связь между гироскопом и рулями самолета. Гироскоп Л, как уже было сказано, вращается в своем кожухе, будучи окружен воздушным клапаном В. Воздушный клапан В меняет свое положение относительно гироскопа вследствие изменения положения самолета относительно гироскопа. Диафрагма С выгибается в ту или другую сторону, в зависимости от разности поступающего из воздухопроводов давления. Она воздействует соответствующим стержнем на масляный золотник D (клапан), подающий масло под давлением в сервомотор, как показано в E. Давление масла поддерживается гидравлическим насосом, работающим от мотора. Как вы видите, нужная для автоматического управления самолетом энергия берется от мотора самолета, причем некоторое ее количество расходуется гидравлическим насосом для поддержания давления в 4,2 атмосферы в маслопроводах сервомоторов.

Рис. 251. На этом рисунке показано соединение между диафрагмой и маслораспределительным золотником в момент, когда диафрагма находится в нейтральном положении, что переводит масляный золотник так же в нейтральное положение. Отверстия, ведущие к сервомоторам, закрыты, а потому масло не приводит в действие сервомоторов. Диафрагма может перемещаться в обе стороны от нейтрального положения на 0,8 мм. Этого небольшого перемещения достаточно, чтобы перевести рычаг R в одно из крайних положений, дающих полный ход поршня масляного золотника.

Рис. 252. Следующее положение показано на этом рисунке. Диафрагма переместилась к левому впускному отверстию P, впуская масло в одну сторо-

ну сервомотора, как показано в *A*. Поршень сервомотора выходит под этим давлением из нейтрального положения. Перепускной клапан в *A* закрыт. Если он будет открыт, как показано в *B*, поршень сервомотора останется в нейтральном положении, так как масло будет проходить через открытый клапан и протекать, как показано, по маслопроводам. Этот перепускной клапан закрывается, когда самолет переводится на управление автоматическим пилотом.

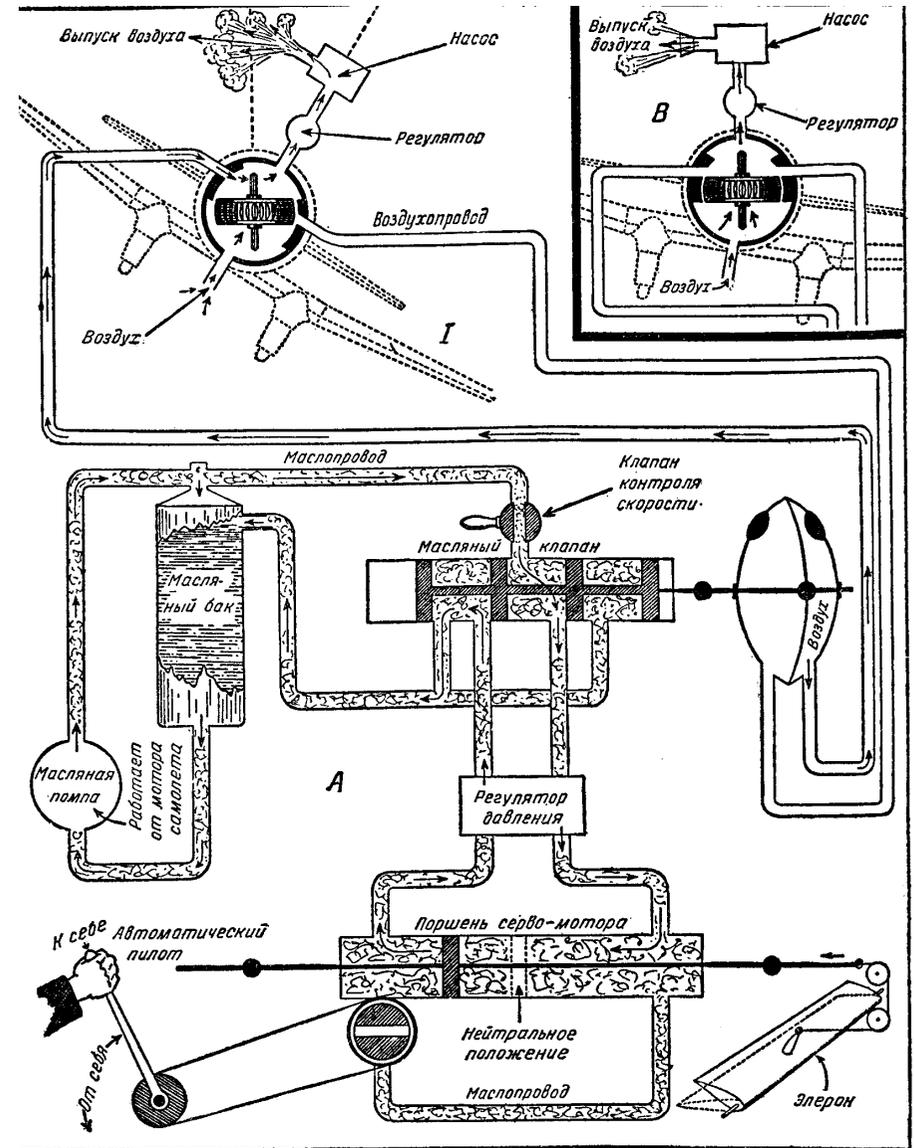


Рис. 253.

Рис. 253, *A* и *B*. Рассмотрим на этих рисунках, как работает в действительности автоматический пилот. Самолет изменил свое положение относительно гироскопа и принял положение *I*. Так как он наклоняется, то с ним наклоня-

ются и воздушные клапаны, открывая одно из отверстий воздухопровода, в результате чего получается воздействие на одну из сторон диафрагмы. После этого начинает двигаться поршень масляного золотника, открывая отверстие к сервомотору. Масло перемещает поршень сервомотора, как сказано выше, а последний передвигает элероны. Передвижение же элеронов возвращает самолет в нормальное горизонтальное положение.

Передвижение элеронов может быть прекращено незадолго до того, как самолет придет в горизонтальное положение. Производится это с помощью троса, соединяющего воздушный клапан с сервомотором: воздушный клапан переводят обратно в нейтральное положение, как показано в В, и таким образом останавливают сервомотор раньше, чем самолет примет горизонтальное положение. Этот цикл положения относительно земли.

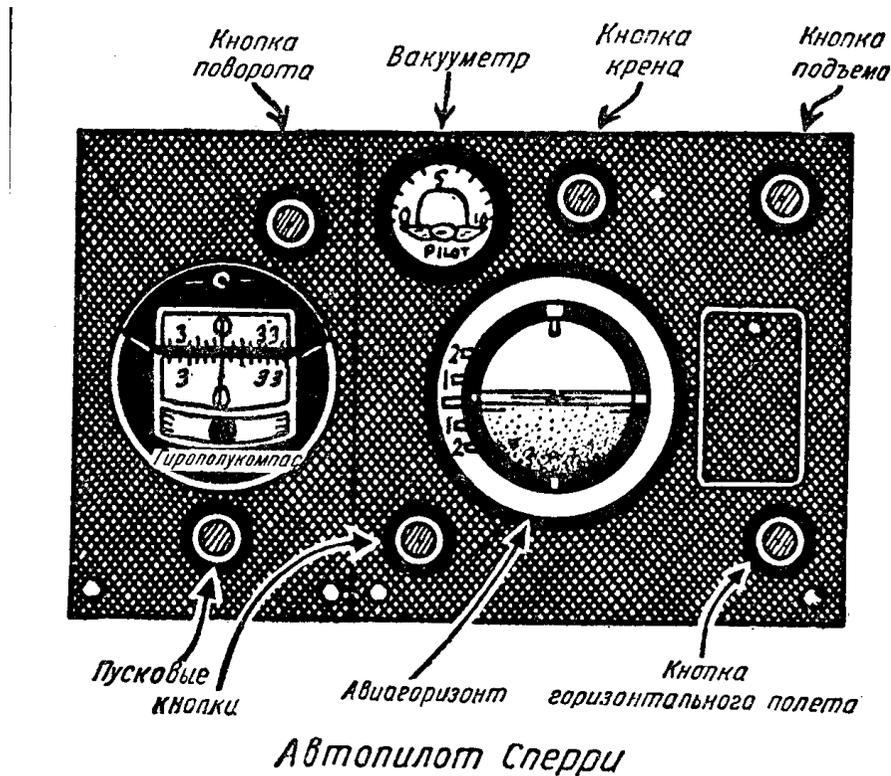


Рис. 254.

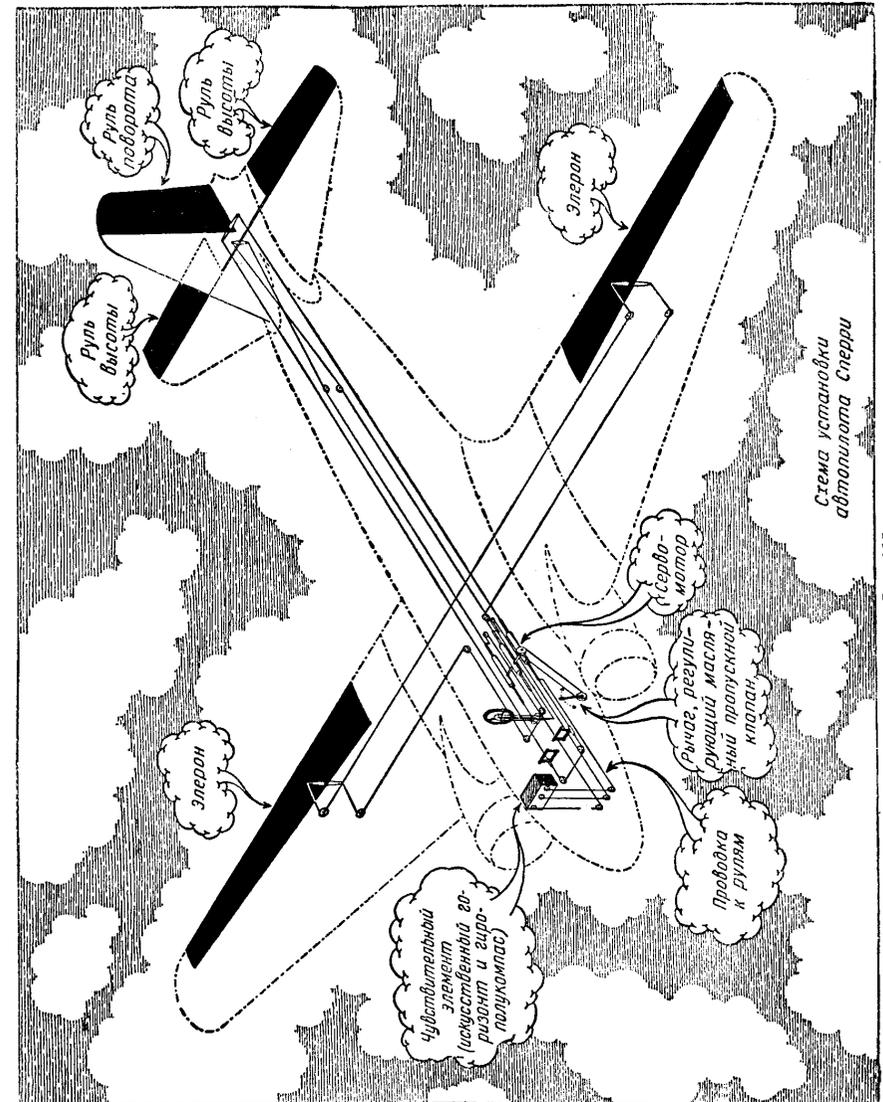


Рис. 255.

Рис. 254. Вы всегда можете проверить автоматический пилот, вследствие наличия на приборной доске искусственного горизонта и гироскопического компаса, указывающих положение самолета.

Если вы передаете управление автопилоту, вы можете менять курс и высоту полета самолета с помощью различных кнопок, показанных на рисунке, и заставлять его подниматься или опускаться, не трогая при этом рычагов

управления. Это имеет важное значение, особенно при полете во время тумана и когда вам приходится сосредоточивать свое внимание на решении навигационных задач.

Рис. 255. На этом рисунке показано общее расположение приборов автоматического пилота Сперри.

Скорость—один из лучших друзей прогресса

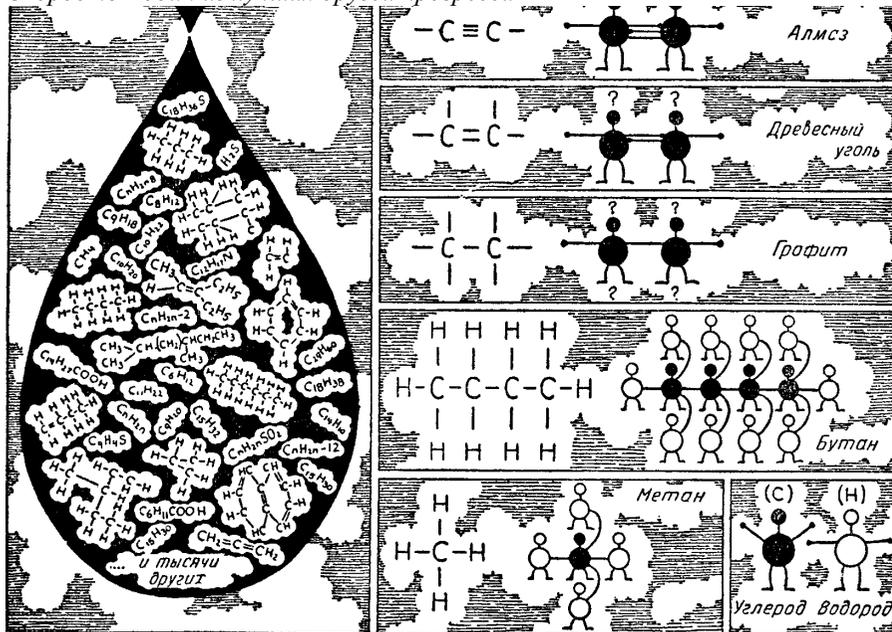


Рис. 256.

Рис. 257—262.

XIII МОТОРНЫЕ СМАЗОЧНЫЕ МАСЛА И ГОРЮЧЕЕ

Для хорошей работы авиамотора необходима соответствующая смазка. Смазка имеет настолько важное значение, что если при отсутствии нужных сортов масел приходится пользоваться неподходящими сортами, то это вызывает даже некоторую потерю мощности мотора. Прежде чем переходить к смазке, познакомимся с самим смазочным маслом.

Смазочное масло является продуктом перегонки нефти. Капля нефти, как показано на рис. 256—262, состоит из смеси различных химических соединений водорода с углеродом, которые сильно отличаются по своей структуре. Поэтому специфические свойства углеводородов с различным молекулярным строением также различны.

Имеется еще немало других соединений, которые до сих пор неизвестны химикам. Водород и углерод, если они не соединены химически с какими-нибудь другими элементами, сохраняют свои свойства. Древесный уголь, гра-

фит и алмаз, являющиеся разными формами углерода, различаются друг от друга как по внешнему виду, так и по физическим свойствам. Как видно из рис. 256—262, это различие зависит от расположения атомов и характера связи между ними.

Например, бутан и метан, представляющие собой только два родственных углеводородных соединения из тысяч других соединений нефти, все же имеют различный удельный вес, точку кипения и пр.

Как вы видите из формулы, приведенной на рисунке, это различие вызывается не только числом атомов углерода и водорода, входящих в соединение, но и их расположением. Хотя эти сведения не имеют прямого отношения к вопросам смазки, все же их следует знать.

Масляная пленка. Смазать какую-нибудь часть машины, это значит отделить друг от друга поверхности двух движущихся частей машины масляной пленкой. Например, стенки поршня должны быть отделены от стенок цилиндра тончайшей масляной пленкой. Но задача не будет еще полностью разрешена, если мы удовлетворимся смазкой движущихся частей и не примем во внимание температуры смазываемых частей и окружающей их среды и давления, производимого этими частями на масляную пленку. Смазочное масло, пригодное для авиамотора, работающего в тропиках, не будет годиться для того же самого мотора при полетах самолета вблизи северного полюса. Чтобы понять важность применения соответствующего сорта смазочного масла, представим себе, что случится со швейной машиной, если ее смазывать таким же сортом смазочного масла, который употребляется для паровозов, и наоборот, если паровоз смазывать маслом, предназначенным для швейной машины.

Рис. 263. Здесь для наглядности показана очень толстая масляная пленка. Когда вал неподвижен, масло выдавливается под действием веса вала. В точке касания *B*, как видно из рисунка, толщина масляной пленки весьма мала. Эта пленка в точке *B* не должна исчезать ни при каких обстоятельствах. Часто бывает, что смазочная пленка вокруг вала *A* образуется только при движении вала. Взгляните на рис. 264, где вал *A* только что начал вращаться в направлении, указанном изогнутой стрелкой. Вал изменил свое положение, причем тончайшая масляная пленка, отделявшая его от подшипника, передвинулась к *C*. По мере возрастания скорости вращения, вал, вследствие вязкости смазочного масла, увлекает его за собой, как показано на рис. 265, до тех пор, пока не будет достигнута полная скорость вращения.

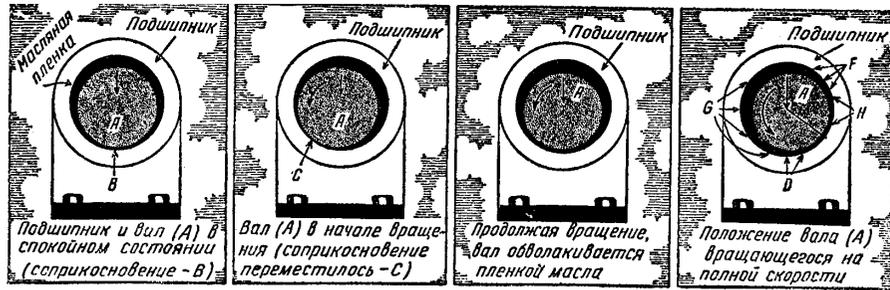


Рис. 263.

Рис. 264.

Рис. 265.

Рис. 266.

Рис. 266. Вы видите, что во время движения вала смазочное масло, увлекаемое им, распределяется более равномерно. Чтобы вы лучше представили себе масляную пленку, давления, оказываемые вращающимся валом, указаны на рисунке в следующем порядке:

в точке *в* — высокое давление » » *D* — максимальное давление » » *H* — уменьшающееся давление » » *F* — минимальное давление

Когда мы говорим, что смазочное масло, применяемое для авиамотора, хорошее, это значит, что оно не содержит в себе посторонних примесей; оно не выделяет углерода или других осадков и не содержит серы, от которой смазочное масло приобретает свойство давать коррозию. Однако, это не означает, что оно является подходящим для любого авиамотора.

Рис. 267. Вязкость смазочного масла определяется следующим образом. В прибор для определения вязкости наливают 60 куб. см масла. Вода в наружной «бане» доводится до температуры, при которой предполагается определить вязкость масла. Удаляют пробку, запирающую сточное отверстие в дне прибора, и наблюдают по часам, в течение какого времени взятое количество масла вытечет. Ясно, что чем выше температура, тем меньше времени потребуется на вытекание масла.

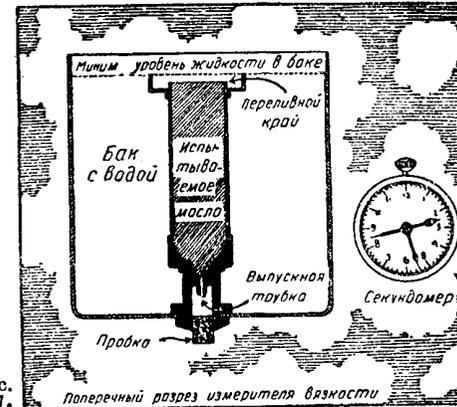


Рис. 267.

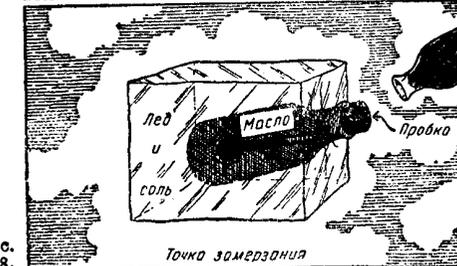


Рис. 268.

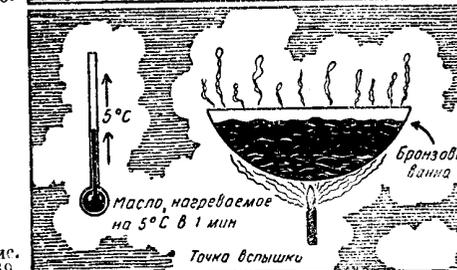


Рис. 269.

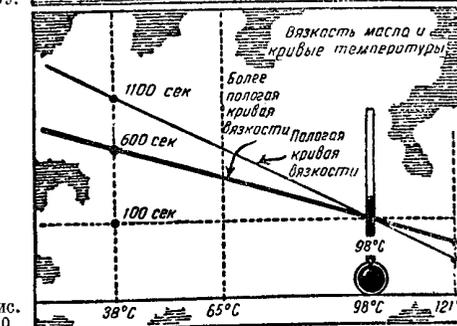


Рис. 270.

Рис. 268. Для определения пригодности того или иного смазочного масла необходимо знать температуру его застывания и замерзания. • Большинство смазочных масел состоит из парафиновых углеводородов, так что если мы нальем такое масло в бутылку и обложим льдом, то парафин совместно с другими веществами образует в масле отдельное тело. Температура, при которой это происходит, называется температурой застывания масла.

При дальнейшем понижении температуры смазочное масло в бутылке становится таким густым, что не вытекает из бутылки при ее наклоне. Температура, при которой это происходит, называется точкой замерзания масла. Для определения этой температуры бутылка ставится в горизонтальное положение после каждого понижения температуры на несколько градусов, пока не будет достигнута истинная точка замерзания. Смазочные масла с очень высокими температурами застывания и замерзания не подходят для смазки моторов, работающих в районах с низкой температурой. Рис. 269. Такое же важное значение имеет температура вспышки смазочного масла: по этой температуре можно правильно определить сопротивление масла высокой температуре, температура воспламенения определяется так: испытываемое смазочное масло наливается, как показано на рисунке, в бронзовую ванну, которую затем постепенно подогревают.

При каждом повышении температуры на 5°C пробуют зажечь масло — до тех пор, пока не вспыхнет поверхность масла. Та температура, при которой масло воспламенится и будет гореть в течение 5 секунд, и будет температурой воспламенения смазочного масла; чем выше эта температура, тем меньше изменяются свойства масла от высокой температуры.

Идеальным смазочным маслом было бы масло, которое не меняло бы своей вязкости с изменением температуры. Кривая вязкости такого масла представляла бы собой прямую.

Рис. 270. Кривая вязкости данного смазочного масла показывает, что масло, испытываемое, положим, при 98°C , при этой температуре вытекает из прибора, служащего для определения вязкости, в 100 секунд. Когда же это масло будет охлаждено до 38°C , оно вытечет в 1100 секунд. Смазочное масло с пологой кривой вязкости, указанной на рисунке, вытекавшее в 100 секунд при 100°C , вытечет при 38°C в течение 600 секунд.

Из сказанного ясно, что предпочтение следует отдать маслу с пологой кривой вязкости; такое масло не так легко подвергается влиянию изменения температуры, особенно когда авиатору приходится работать при чрезвычайно больших ее колебаниях.

При выборе нужного сорта масла для данного мотора необходимо учитывать климатические условия, при которых мотору придется работать.

В тропиках, где мотору приходится работать при высокой температуре, мы должны применять масло, обладающее вязкостью, приближающейся к

наибольшей. Наоборот, в холодных странах нельзя пользоваться таким смазочным маслом, там более подходит значительно менее вязкое масло.

От правильной смазки и применения правильного сорта масла зависят безопасность полета, а также сроки осмотра мотора и замены некоторых его частей.

Авиационный бензин. Бензин, являющийся одним из продуктов-перегонки нефти, представляет собой соединение углеводородов, точки кипения которых колеблются между $37,8\text{—}204,4^{\circ}\text{C}$. В состав бензина входит ряд углеводородов: пентан, гексан, гептан, октан, нонан, декан и ундекан. Еще недавно качество бензина определялось его удельным весом на том основании, что чем легче бензин, тем он более летуч. Считалось, что чем он более летуч, тем лучше.

В настоящее время такой способ определения качества горючего признан ошибочным. Горючее, удовлетворяющее по своим качествам всем требованиям, наряду с этим должно иметь большой удельный вес; в этом случае оно будет содержать больше тепловой энергии.

Конечно, бензин, применяемый для авиаторов, не должен содержать воду и другие посторонние примеси. Он должен обладать соответствующей летучестью и не детонировать. Летучесть имеет весьма важное значение, так как слишком низкая температура испарения горючего может вызвать газовые пробки и неравномерные вспышки в цилиндрах.

Применение для мотора непригодного горючего можно сравнить с попыткой кормить лошадь рыбой, а кошку сеном. Если животные отказываются есть такую пищу, это не беда, но если они проглотят ее, получится несварение желудка. Почему же не обращаться с мотором так же, как мы обращаемся с живыми существами? В конце концов, мы можем получить наилучшие результаты от мотора лишь в том случае, если сделаем для него все необходимое. Кроме того, следует помнить, что всякие ненормальности машины могут быть отнесены за счет плохого ухода за ней. Эти ненормальности вызываются не только небрежностью, но чаще всего недостаточными знаниями. Даже наиболее распространенный авиационный бензин может оказаться непригодным, если он не соответствует данному мотору. Так, для мотора с большой степенью сжатия, требующего горючего с более высоким октановым числом, не подходит горючее с низким октановым числом (об этом будет сказано ниже).

Рис. 271. Летучесть. Взгляните на рисунок и представьте себе, что в карбюраторе находится бензин, обладающий большой летучестью, т. е. что горючее испаряется в коллекторе раньше, чем оно засасывается воздухом при ходе всасывания поршня.

В результате этого окажется невозможным получить соответствующую смесь, так как цилиндры будут заполнены парами горючего и не дадут доста-

точного доступа воздуха, необходимого для полного сгорания смеси.

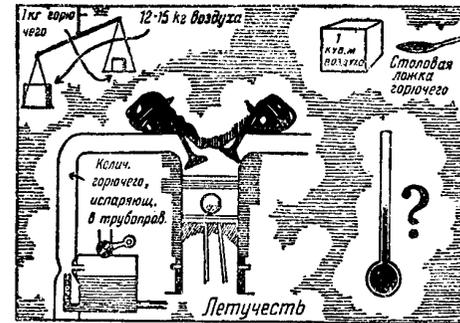


Рис. 271.

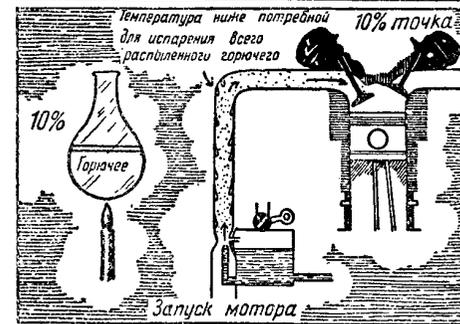


Рис. 272.

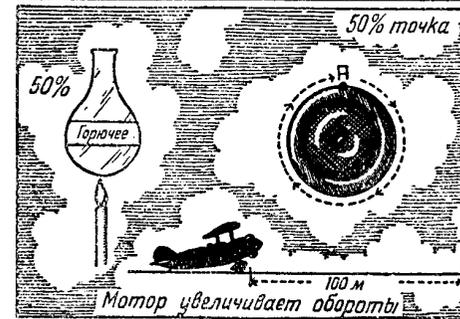


Рис. 273.

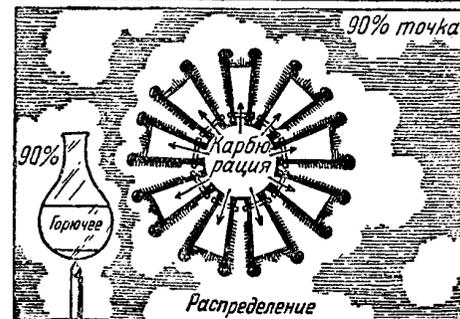


Рис. 274.

Рис. 272. Запуск мотора. Каждый сорт бензина имеет определенную температуру кипения и парообразования. Если мы нагреем какой-нибудь сорт бензина ниже температуры его кипения, то испарится только часть его, тогда как более тяжелые составные части останутся в жидком состоянии. Когда мотор запускается в холодную погоду, температура в коллекторе может быть ниже точки парообразования горючего. В этом случае во время всасывания в цилиндры попадет только часть горючего, а остальная часть останется в виде капелек на стенках коллектора. В результате получится очень бедная смесь и мотор не запустится.

Лучшей смесью горючего для всех температур является смесь из 13 частей воздуха (по весу) и 1 части горючего. Эту пропорцию желательно сохранять и в тех случаях, когда мотор запускается при более низкой температуре, чем температура, необходимая для хорошего испарения бензина. Для получения такой смеси при низкой температуре необходимо, чтобы испарилась только часть горючего. Посредством дросселя мы можем регулировать количество поступающего воздуха и, следовательно, получить хорошую смесь при запуске.

Например, если мы имеем два сорта бензина, из которых один испаряется на 10% своего объема при $62,8^{\circ}\text{C}$, а другой только при 75°C , можно рассчитывать на легкий запуск при более низкой температуре с первым бензином, а не со вторым. Таким образом, первый бензин (с более низкой 10% точкой испарения) более подходит для холодных областей, а второй — для тропиков.

Рис. 273. Ускорение. После того как мотор запущен, пройдет некоторое время, прежде чем впускной коллектор нагреется достаточно для испарения всего горючего. Мотор должен быстро достигнуть большого числа оборотов даже при низкой температуре. Для хорошего разгона авиамотора необходимо, чтобы горючее испарялось во время пробы на 50% при температуре не выше 100°C . Бензин с 50% точкой при 100°C , ноне испарения при $132,2^{\circ}\text{C}$ дает такой же быстрый разгон, как и бензин с 50% точкой испарения раньше, чем нагреется впускной коллектор. В холодном климате бензин с 50% точкой испарения даст более быстрый разгон при более низкой температуре, и наоборот.

Рис. 274. Распределение. Смесь должна не только равномерно распределяться по всем цилиндрам, но также не перегреваться, иначе она будет расширяться; из-за этого мотор будет сжигать в единицу времени меньше горючего (по весу) и в результате уменьшится отдача. Поэтому необходимо знать максимально допустимую температуру, не вызывающую заметного расширения смеси. Правильное распределение горючего во многом зависит от конструкции впускного коллектора, как это можно видеть у мотора Райт «Циклон». Но это не значит, что мотор будет удовлетворительно работать при неподходящем горючем. Распределительная способность горючего определяется 90%

точкой испарения, а это означает, что при некоторой температуре должно испариться 90% горючего. В виде примера можно указать, что горючее, пригодное для мотора «Циклон», должно иметь 90% точку испарения, примерно, при 135°C . Данная точка в значительной мере зависит от температуры среды, окружающей впускной коллектор: чем выше эта температура, тем выше должна быть 90% точка испарения.

Рис. 275. В бензине не должно быть серы или каких-либо соединений серы, и в особенности сернистого водорода. Последний особенно вредно действует на все металлические части мотора, а также бензопроводы, карбюратор и пр. Для испытания горючее наливают в колбу, которую нагревают, примерно, до 50°C . После этого в колбу опускают чистую медную пластинку и оставляют в ней на три часа. Медная пластинка не должна обесцветиться. Проба должна установить, что горючее не содержит более 0,1% серы.

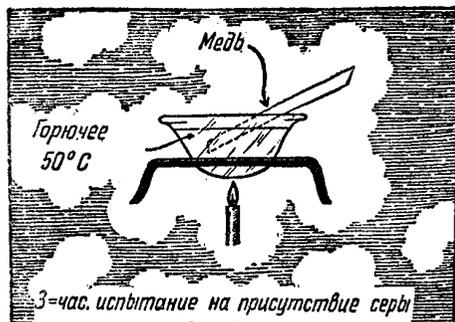


Рис. 275.



Рис. 276.

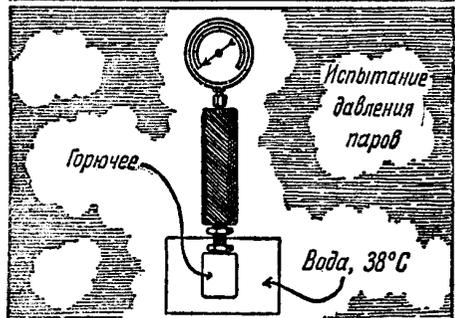


Рис. 277.

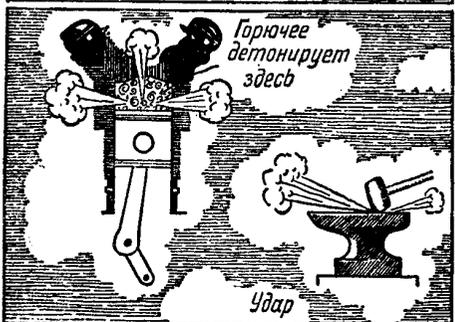


Рис. 278.

Рис. 276. При продолжительном хранении в бензине могут образоваться смолистые отложения. Смолистые отложения свидетельствуют о недостаточно хорошей очистке бензина. Поэтому рекомендуется испробовать горючее путем испарения 100 куб. см бензина. После испарения должно остаться не более 10 мг смолы.

Рис. 277. Если горючее имеет свойство испаряться уже при низкой температуре, то в бензопроводах возникает газовая пробка, особенно в жаркую погоду, главным образом, когда горячий мотор работает вхолостую. Это случается и на быстро поднимающихся ио-требителях. Газовая пробка в этом случае возникает от быстрого уменьшения атмосферного давления с высотой. Из практики установлено, что давление бензиновых паров, нагретых до температуры 38° С, не должно превышать во время проб 0,5 атмосферы.

Рис. 278. Ни при каких обстоятельствах нельзя допускать, чтобы мотор работал на бензине, вызывающем детонацию. Такой бензин приводит не только к значительному уменьшению мощности, но также и перегреву мотора, в результате чего мотор быстро изнашивается. Каждый тип моторов работает лучше всего на недетонирующем горючем специального состава. Антидетонирующие свойства горючего определяются так называемым октановым числом. Октановое число 80 означает, что когда бензин испытывался в лаборатории и применялся в качестве горючего на пробном моторе, мотор детонировал, но когда его состав был изменен и приведен к пропорции 80% октана и 20% гептана, мотор перестал детонировать. Чем выше степень сжатия, тем больше должно быть октановое число горючего. Детонация вызывается прежде всего скоростью сгорания горючего при сжатии, большим, чем допустимо для данного горючего. Например, при нормальных условиях горючее сгорает со скоростью 13,72^ в секунду. Если мы применим то же горючее в моторе со слишком высокой степенью сжатия для октанового числа этого горючего, то детонация неизбежна, так как горючее будет сгорать со скоростью, во много раз превышающей нормальную скорость сгорания. Представьте, как это будет вредно для мотора!

Помните, что мы всегда можем применять горючее с более высоким октановым числом, чем требуется для данного мотора, но никогда не следует применять горючее с меньшим октановым числом, иначе возможны серьезные повреждения мотора.

Обычно полагают, что горючее с более высоким октановым числом является непосредственной причиной увеличения мощности любого мотора. Горючее с большим октановым числом, применяемое в моторе ? низкой степени сжатия, никогда не увеличит его мощности и не уменьшит его удельного расхода топлива. Чтобы повысить мощность мотора, не увеличивая его веса и не изменяя его литража, следует повысить степень сжатия или подать более плотную смесь в цилиндры (для этого применяются нагнетатели). Но при

повышении степени сжатия горючее с малым октановым числом даст детонацию, что приведет к уменьшению мощности мотора и повышению температуры в цилиндре. Поэтому рекомендуется применять горючее с большим октановым числом, способное выдержать большое сжатие до зажигания без признаков детонации. Таким образом, в результате более высокой степени сжатия большее число калорий тепла превращается в механическую энергию, которая в свою очередь и увеличивает мощность мотора.

Когда применяют горючее с большим октановым числом на моторе, специально для него предназначенном, можно вводить в мотор более плотную смесь (посредством повышения давления в коллекторе), причем эту смесь можно сжать в камере сгорания, не опасаясь детонации.

Отсюда следует, что более выгодно иметь мотор, работающий на горючем с большим октановым числом. Конструирование такого мотора и разрешает задачу увеличения мощности; мощность в данном случае увеличивается за счет повышения степени сжатия или давления во всасывающем коллекторе, а не за счет повышения калорий тепла. Дело в том, что горючее с меньшим или большим октановым числом не увеличивает и не уменьшает числа калорий тепла.

Побороть страх можно или пренебрежением опас' ностью или с помощью знаний', как правило, последний путь является лучшим.

XIV МОТОР И ЕГО ПИТАНИЕ

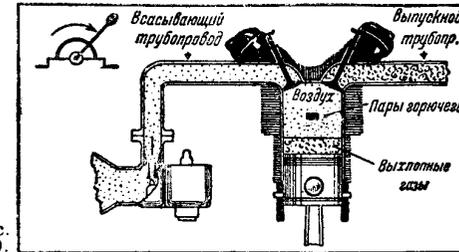


Рис. 279.

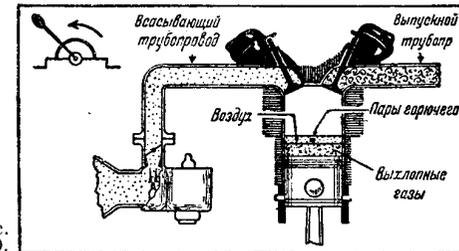


Рис. 280.

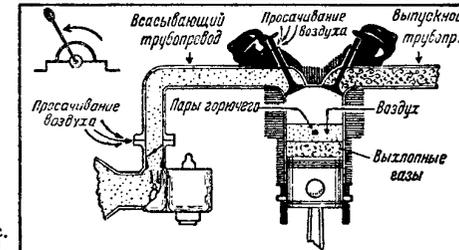


Рис. 281.

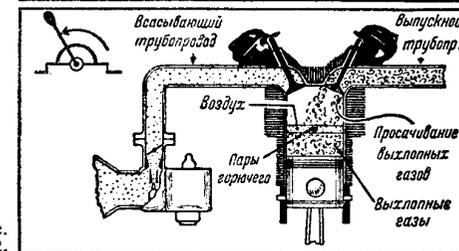


Рис. 282.

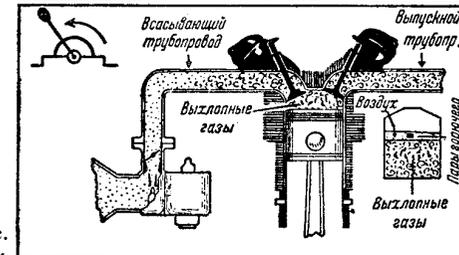


Рис. 283.

Когда мотор самолета работает, винт вращается; это служит доказательством того, что мотор передает энергию валу винта.

Требования, предъявляемые в настоящее время к мотору, заключаются не только в том, чтобы получить от него определенную мощность, но и в том, чтобы получить нужную мощность в нужное время. Мотор охотно выполнит эти требования, но он хочет, чтобы с ним были хорошо знакомы; это значит, что вы должны знать, что происходит в нем во время работы. Вы не можете видеть, что происходит внутри работающего мотора; в частности, вы не можете видеть, как карбюратор питает мотор. Поэтому обратимся к рисункам.

Рис. 279. Полностью открытый дроссель. На полном газу, т. е. когда желают получить наибольшую мощность, мотор требует лучшего питания. Лучшим питанием является такая смесь, которая быстро сгорает и не оставляет не сгоревших частиц. В этом случае отношение воздуха к горючему должно быть приблизительно, как 13:1. Не вся сгоревшая смесь уходит через выпускной клапан после хода выталкивания. Часть ее остается в цилиндре.

Свежая смесь, поступающая в цилиндр во время всасывающего хода поршня, смешивается с отработанными газами, оставшимися от предыдущей вспышки, однако, это не оказывает серьезного влияния на работу мотора.

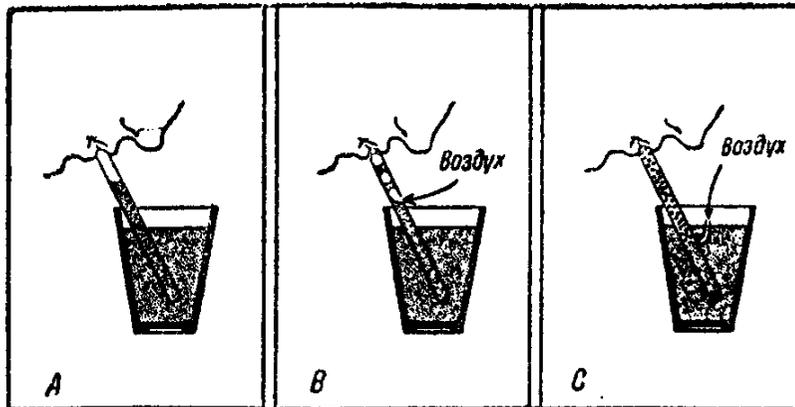


Рис. 284.

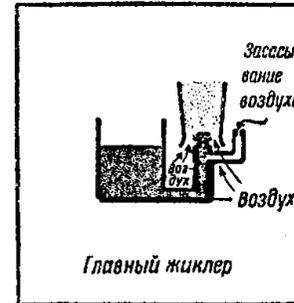


Рис. 285.



Рис. 286.

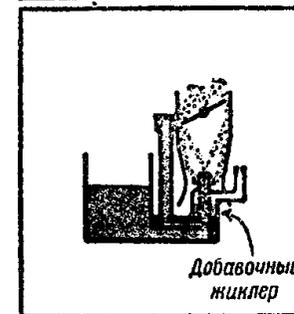


Рис. 287.



Рис. 288.

Рис. 280. Прикрытый дроссель. Когда дроссель прикрыт, количество отработанного газа, оставшегося в цилиндре после предыдущей вспышки, такое же, как и при открытом дросселе, а вес смеси, поступающей в цилиндр, уменьшился. При таком соотношении между оставшимися отработанными газами и свежей смесью сгорание замедляется. Следовательно, необходима более богатая смесь для получения максимальной мощности или экономии горючего.

Рис. 281. Почти закрытый дроссель. В многоцилиндровом авиамоторе для обеспечения ровной (без перебоев) работы весьма важно, чтобы воздух не мог проникнуть в цилиндр через неплотности во всасывающем трубопроводе или в клапанах. Наличие излишка воздуха обедняет смесь. При помощи карбюратора можно было бы регулировать состав смеси, если бы мотор имел только один цилиндр. Такое регулирование не следует, однако, применять в многоцилиндровом моторе; оно хотя и улучшит смесь в тех цилиндрах, в которых имел место подсос воздуха, но зато отразится и на цилиндрах, где подсоса не было, в результате — плохая работа мотора. Рис. 282. Почти закрытый дроссель. Ебли выпускной клапан неправильно отрегулирован и остается частично открытым в начале всасывающего хода поршня, отработанные газы проникают в цилиндр вместе с воздухом, что загрязняет смесь. Это положение может быть исправлено, как показано на рис. 281, но с теми же отрицательными последствиями. Лучшим решением является правильная регулировка клапанов.

Рис. 283. Почти закрытый дроссель. Если впускной клапан будет открываться слишком рано во время выхлопного хода поршня какого-либо цилиндра, то значительное количество отработанных газов проникнет во всасывающий трубопровод и испортит отрегулированную смесь. На рис. 283 мы видим нежелательное влияние выхлопных газов, смешанных со свежей смесью. Лучшим средством борьбы с этим является правильная регулировка клапанов.

Карбюрация (основные принципы). Весьма важно, чтобы карбюратор питал мотор на рабочих оборотах однородной смесью и в наиболее подходящей пропорции горючего и воздуха. Забудем о конструктивных деталях мотора, которые легко уяснить себе, если мы знаем основные принципы его работы, заключающиеся в хорошем питании мотора.

Рис. 284. Когда соломинку опускают в жидкость, уровень жидкости в соломинке может быть поднят всасыванием, как показано на рисунке *A*. Если проделать небольшое отверстие в соломинке над уровнем жидкости, как показано на рисунке *B*, жидкость поднимется вверх в виде небольших капелек, разделенных воздушными пузырьками. Этот способ смешения не является наилучшим, так как жидкость должна быть поднята на некоторую высоту прежде, чем воздушные пузырьки подхватят ее. Такой способ подсоса воз-

духа хуже, чем устройство, указанное на рисунке *C*. Здесь воздух проходит через отверстие несколько ниже уровня жидкости и поднимает жидкость к верхнему концу соломинки; в результате получается однородная смесь (эмульсия), независимо от силы всасывания.

Рис. 285. Большая часть засасываемого воздуха, необходимого для смеси с горючим, проходит вокруг жиклера карбюратора, помещенного в узком сечении диффузора (трубки Вентури). На рисунке показано отверстие, через которое подсасывается воздух для целей, объясненных на рис. 284.

Рис. 286. При небольших оборотах мотора разрежение у жиклера карбюратора может быть недостаточно сильным, поэтому, как здесь указано, предусмотрен отдельный канал для подачи горючего в мотор, когда дроссель закрыт. С увеличением числа оборотов мотора при постепенном открывании дросселя разрежение в диффузоре увеличивается и горючее подается через главный жиклер.

Рис. 287. Для быстрого увеличения оборотов мотора необходима богатая смесь; эта смесь получается с помощью так называемого добавочного жиклера. Именно из этого жиклера получается избыточное горючее для образования богатой смеси, необходимой для увеличения числа оборотов.

Рис. 288. Более богатая смесь для лучшей приемистости мотора может быть получена при помощи насоса (помпа, приемистости). Этот насос работает вместе с дросселем. Быстрое открывание дросселя заставляет насос подавать горючее, как показано на рисунке, помогая, таким образом, жиклеру в питании горючим мотора, особенно в холодную погоду.

Рис. 289. Для максимальной мощности мотор нуждается в значительно более богатой смеси, а для средних оборотов, когда необходима экономия, смесь должна быть более бедной. Эта задача разрешается с помощью игольчатого клапана (экономической иглы), как показано здесь; этот клапан уменьшает приток горючего при приближении дросселя к среднему положению.

Рис. 290. Здесь показана особая система золотников для регулировки смеси. При работе на полном газу, как показано на рисунке, поршни занимают нижнее положение.



Рис. 289.

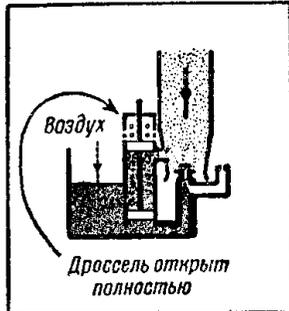


Рис. 290.

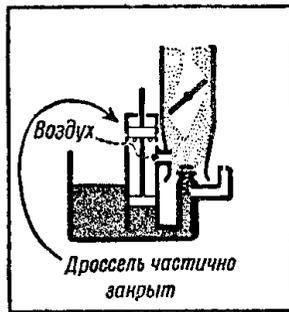


Рис. 291.

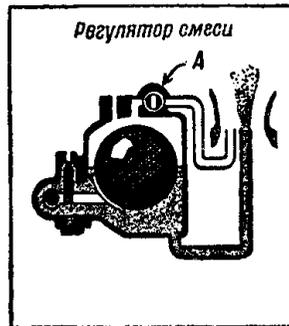


Рис. 292.

Топливо смешивается с частично подсосываемым воздухом; в результате получается богатая смесь.

Рис. 291. На этом рисунке поршни находятся в верхнем положении, так как дроссель частично закрыт. Вы видите, что отверстие для горючего перекрыто, но зато открыто верхнее отверстие, через которое подсосывается воздух; в результате получается более бедная смесь, необходимая при средних оборотах мотора.

Как вам уже известно, плотность воздуха уменьшается с высотой. На большей высоте карбюратор будет питать мотор слишком богатой смесью, содержащей чересчур много горючего и недостаточно воздуха, если мы не отрегулируем ее состав. Смесью может быть отрегулирована уменьшением притока горючего с помощью игольчатого клапана, регулирующего прохождение горючего, или же уменьшением давления в поплавковой камере ниже атмосферного.

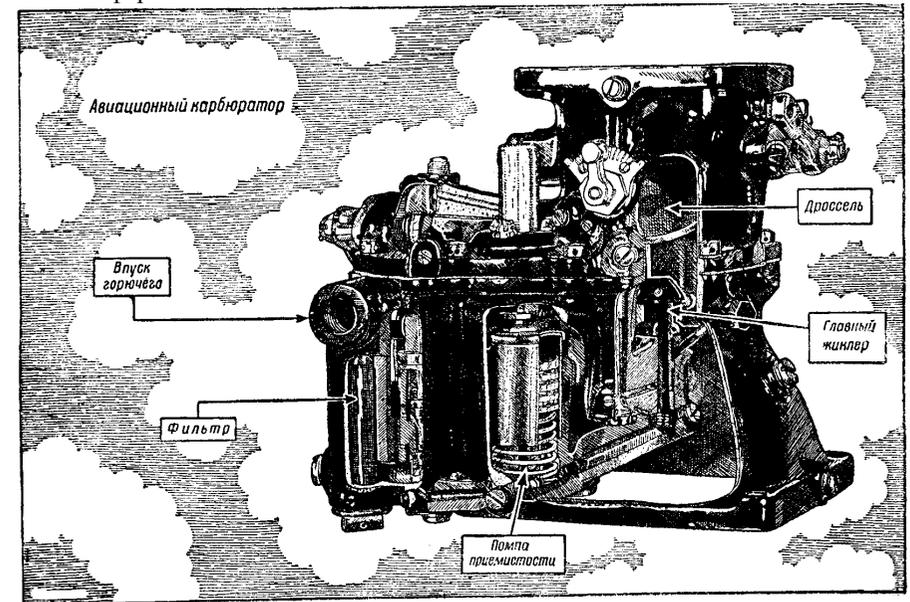
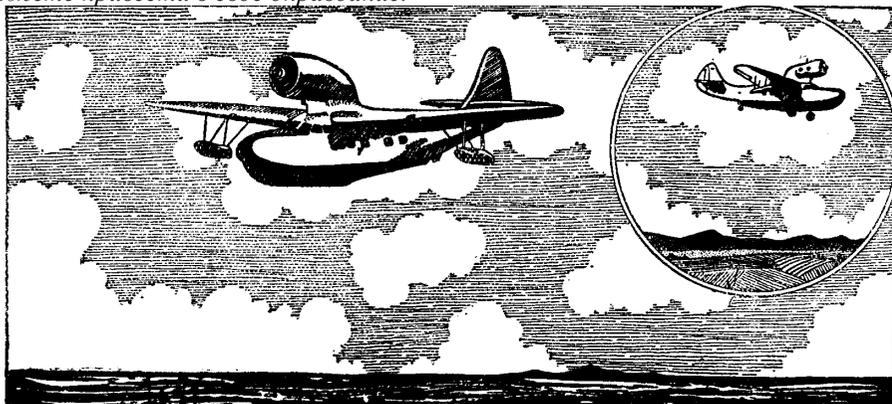


Рис. 293.

Рис. 292. На рисунке, где клапан *A* закрыт, карбюратор отрегулирован на подачу богатой смеси, так как давление в поплавковой камере равно атмосферному. Если теперь клапан *A* открыть полностью, поплавковая камера будет сообщаться с узкой частью трубки Вентури, произойдет отсасывание, и давление в поплавковой камере уменьшится. В результате получится бедная смесь.

Рис. 293. Все изложенные выше принципы карбюрации показаны на этом рисунке, изображающем карбюратор Бендикс-Стром-берг.

Если ваш самолет окажется во время полета без горючего, вы ничего не сможете привести в свое оправдание.



Полеты над водой. Посмотрим, как совершаются полеты над водными пространствами.

Летающая лодка или поплавковый гидросамолет требуют такого же обращения, как и обыкновенный самолет. Однако, во время рулежки по воде мы встречаемся с двумя различными положениями. С летающей лодкой, пока она находится на воде, обращаются, как с кораблем, но с того момента, когда она увеличивает скорость и начинает отделяться от поверхности воды, она уже является самолетом.

Для того чтобы оторваться от воды, необходимо прежде всего поднять дно лодки на поверхность или, как говорят, выйти на редан, а затем поступать так же, как и при взлете самолета.

Спокойная и гладкая поверхность воды вызывает большие трудности при подъеме и посадке. Очень часто, для того чтобы оторваться от спокойной поверхности воды, приходится раскачивать гидросамолет, уничтожая этим присасывание между водой и поплавками. В некоторых случаях рекомендуется начинать старт с глубокого места с тем, чтобы гидросамолет, достигнув мелкого места, мог развить достаточную скорость и подняться в воздух, используя пружинящее действие воды.

До взлета летающая лодка устанавливается против ветра. По мере того как дроссель открывается, ручка берется на себя (рис. 294), что заставляет нос лодки подняться. С увеличением поступательной скорости дают ручку вперед (рис. 295), и лодка легко выходит из воды и набирает скорость, едва касаясь водной поверхности; ручка ставится в нейтральное положение (рис. 296), затем ручку снова, подают немного назад (рис. 297), и лодка отрывается от по-

верхности воды. В последующем, давая ручку немного вперед (рис. 298), дают лодке набрать большую скорость, после этого действуют, как и на самолете.

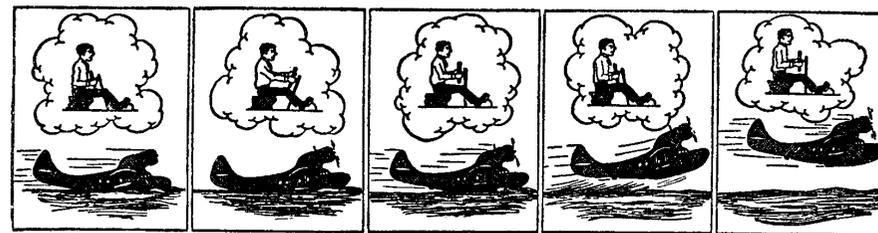


Рис. 294.

Рис. 295.

Рис. 296.

Рис. 297.

Рис. 298.

Посадка летающей лодки производится, как показано, обычным планированием (рис. 299), выравниванием (рис. 300). Когда дно лодки приближается к поверхности воды, осторожно берут ручку на себя (рис. 301). Лодка быстро теряет свою скорость вследствие сопротивления воды, и в это время ручку непрерывно тянут назад (рис. 302), пока лодка не остановится (рис. 303).

При посадке на спокойную поверхность вы можете легко ошибиться в определении высоты. Поэтому рекомендуется производить посадку ближе к берегу, так как берег и другие видимые предметы дадут вам лучшее представление о действительной высоте над поверхностью воды. Если у вас возникает сомнение, лучше приблизиться к поверхности с мотором, работающим на больших оборотах. Таким образом, при этой посадке нос лодки будет значительно выше, чем при обычном планировании.

Рис. 304. Летающая лодка или самолет, снабженный поплавками, называются гидросамолетами. Они управляются на воде обычным образом. Однако, в ветреный день мы не должны поворачивать гидросамолет из подветренного положения в наветренное, применяя мотор

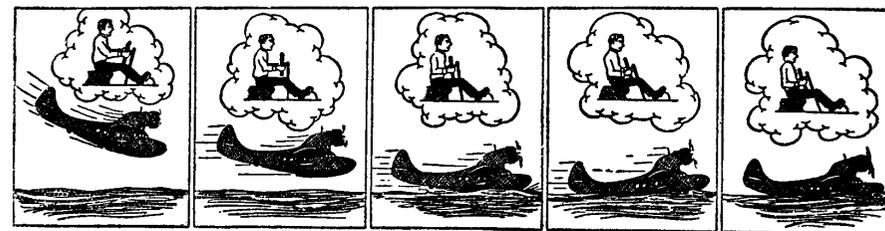


Рис. 299.

Рис. 300.

Рис. 301.

Рис. 302.

Рис. 303.

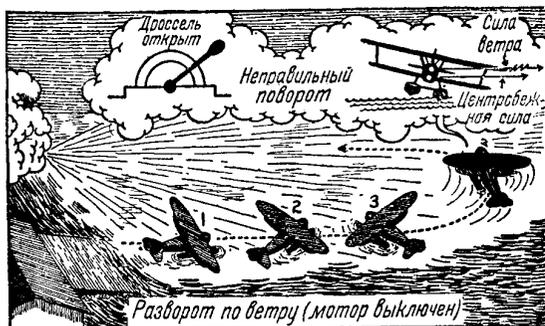


Рис. 304.

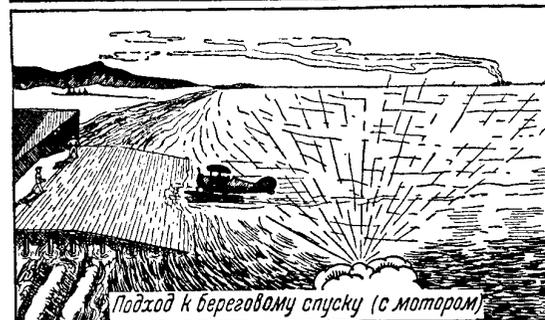


Рис. 305.



Рис. 306.



Рис. 307.

Самолет может быть легко повернут ветром из положения 1 в положение 3 так, что он постепенно встанет, как флюгер, против ветра. Если вы попытаетесь повернуть его против ветра при помощи мотора, то центробежная сила от поступательной скорости гидросамолета, действуя от центра тяжести, будет тянуть внешнее крыло в воду. Это явление усиливается ветром, как показано на рисунке.

Рис. 305. Нельзя подходить к береговому спуску со скоростью и выключать мотор как раз перед спуском, в особенности когда ветер дует с одной стороны спуска. В этом случае, как только гидросамолет потеряет свою поступательную скорость, он развернется против ветра и займет неправильное положение относительно спуска. Подходите к спуску с хорошей скоростью и выключайте мотор только тогда, когда действительно коснетесь спуска. В момент соприкосновения вода между днищем поплавков гидросамолета и спуском сжимается настолько, что действует как амортизатор, поглощающий удар.

Рис. 306. Если мы хотим изменить положение гидросамолета на воде, то для этого лучше всего «парусить». Для того чтобы хорошо «парусить», надо использовать две силы: тягу винта и ветер. Знание взаимодействия этих сил позволит вам разумно работать. Посмотрите на рисунок, и вы увидите, как гидросамолет выходит из положения 1 в положение 2 по пути к точке 3, от которой он может идти к бую 4 прямо против ветра.

Рис. 307. Когда на водной поверхности нет сильного волнения, повороты можно делать с мотором в любую сторону. Такие повороты делаются с такой поступательной скоростью, чтобы почти весь гидросамолет выходил из воды, как показано на рисунке. Руль поворота является лучшим средством управления при таких поворотах. Новичок не сможет сделать таких поворотов, так как они требуют умения хорошо «чувствовать» органы управления. Но после некоторого опыта он овладеет и этим маневром, так же как и всеми предыдущими.

Вода мягка, пока вы сильно об нее не ударитесь.

XV ВЫСОТА — СМЕСЬ - МОЩНОСТЬ

В целях подачи мотору наиболее выгодной смеси, карбюратор должен регулироваться на разных высотах и для разных атмосферных давлений, поэтому весьма важно знать, как лучше всего питать мотор.

Рис. 308. На уровне моря для получения наибольшей мощности мотора количество воздуха должно относиться к количеству горючего, примерно, как 13 к 1. Это значит, что мотор должен засосать около 5,8 кг воздуха (4,5 куб. м), для того чтобы получилось полное сгорание 450 г бензина или освободелось около 5 000 больших калорий в виде тепловой энергии в цилиндрах, часть которой, как известно, превращается в мощность мотора и поглощается БИНТОМ для совершения полезной работы.

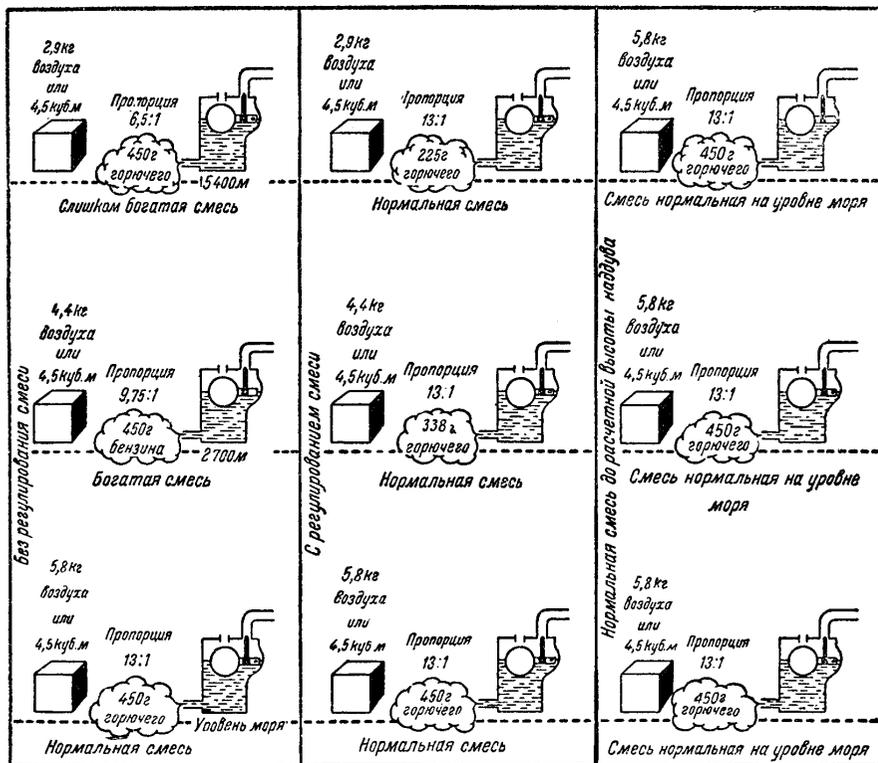


Рис. 308.

Рис. 309.

Рис. 310.

Если тот же мотор попадет на высоту около 2 700 м, где плотность воздуха приблизительно на 25% меньше плотности воздуха ρ на уровне моря, то мощность его значительно уменьшится. Объясняется это тем, что 4,5 куб. м воздуха весят на этой высоте только 4,4 кг, что недостаточно для хорошего сгорания 450 г бензина. При таких условиях смесь окажется чрезмерно богатой и несгоревшее горючее будет выбрасываться через выхлопные патрубки.

На высоте 5 400 м, где плотность воздуха равна приблизительно половине плотности на уровне моря, мотор не в состоянии работать, даже если карбюратор будет подавать 1 кг бензина на каждые 10,6 куб. м воздуха.

Рис. 309. Если с увеличением высоты поддерживать соотношение воздуха и бензина 13 к 1, то мощность мотора будет понижаться, но не с такой скоростью, как в случае, указанном на рис. 308, так как на всех высотах будет полное сгорание. Все же падение мощности будет происходить из-за уменьшения веса смеси. Так как рабочий объем цилиндра одинаков при каждом всасывающем ходе, то на высоте 5 400 м, где плотность воздуха составляет лишь

половину от плотности на уровне моря, его достаточно для полного сгорания лишь половины топлива, сгорающего на уровне моря, и поэтому мы получим меньшую мощность. На этой высоте при указанных выше условиях мотор потеряет больше 50% своей мощности.

Рис. 310. В данном случае с увеличением высоты мы сохраняем земную плотность воздуха на всасывании двигателя до высоты 5 400 м и поддерживаем правильное соотношение смеси воздух — топливо; это означает, что на всех высотах, иллюстрирующих данный случай, в мотор все время подается воздух, так же как на уровне моря, и вместо потери мощности наблюдается даже некоторое ее повышение. Здесь на помощь приходит нагнетатель, работа которого весьма проста.

Было предложено и испытано несколько типов нагнетателей, но из них лишь два оказались удачными. Нагнетатель первого типа приводится в действие выхлопными газами мотора. Он состоит из корпуса и турбины, работающей от выхлопных газов. Этот нагнетатель эффективен при больших расчетных высотах (расчетная высота это та, сверх которой нагнетатель не в состоянии поддерживать давление во всасывающем трубопроводе равным давлению на уровне моря).

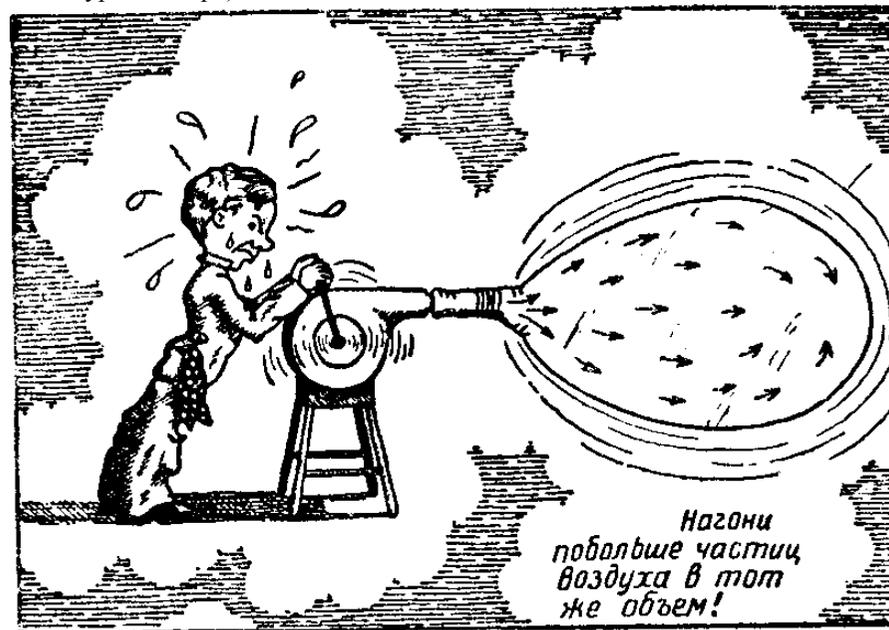


Рис. 311.

Нагнетатель второго типа работает непосредственно от коленчатого вала

мотора. Мощность, необходимая для приведения этого нагнетателя в действие, равна, примерно, 25—30% дополнительной мощности, получаемой за счет наддува. Таким образом, если в таком моторе, как Райт «Циклон», нагнетатель дает увеличение в 180 л. с., то около 40 л. с. будет затрачено на приведение в действие самого нагнетателя. Эффективная работа нагнетателя зависит от диаметра крыльчатки и числа оборотов. Большое число оборотов вызывает большее напряжение в подшипниках и в самой крыльчатке. Поэтому крыльчатка на моторе «Циклон» имеет несколько больший диаметр и вращается при меньшем числе оборотов, достигая того же результата с большей надежностью в отношении прочности, чем крыльчатка, которая имеет малый диаметр и вращается с большим числом оборотов.

*Схема устройства
нагнетателя*

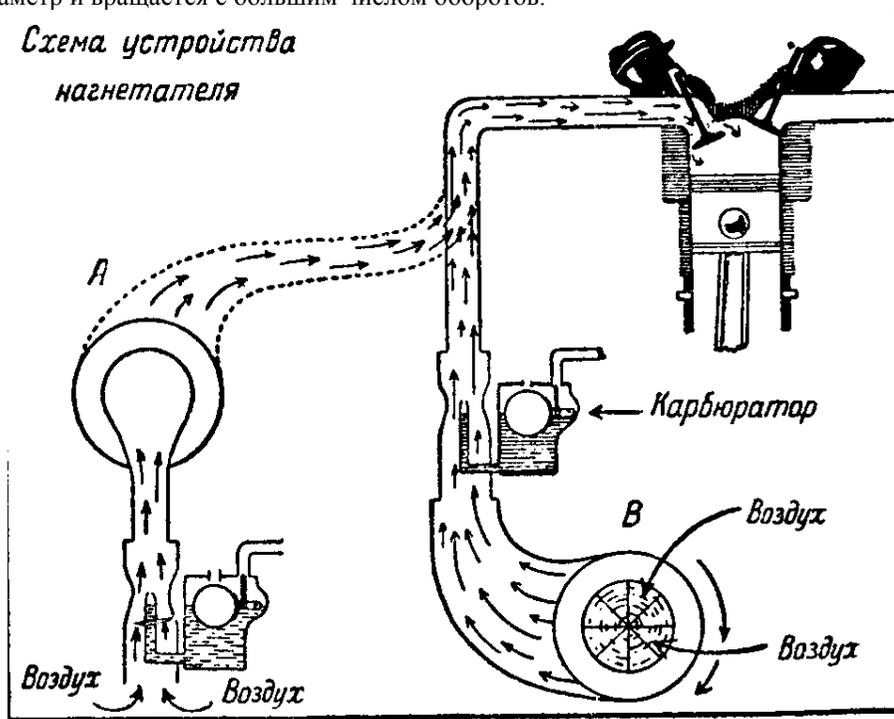


Рис. 312.

Рис. 311. Принцип работы нагнетателя одинаков с принципом работы обыкновенного вентилятора. Нагнетатель приводится в движение мотором и действует, как насос, всасывая воздух из атмосферы, сжимая его и нагнетая во всасывающий трубопровод мотора. Чем сильнее воздух сжат, тем больше его плотность и, следовательно, вес на 1 куб. м.

Рис. 312. Нагнетатель может устанавливаться либо между карбюратором и цилиндром *A*, либо так, как показано в *B*.

Рис. 313. На этом рисунке, изображающем часть мотора Райт «Циклон», показана типичная установка нагнетателя между карбюратором и цилиндрами мотора. Воздух входит через приемник *A*, обтекает жиклеры карбюратора Стром-берг и забирает из него топливо, необходимое для образования хорошей горючей смеси, которую нагнетатель (крыльчатка) захватывает и равномерно распределяет по всем цилиндрам через лопаточный диффузор.

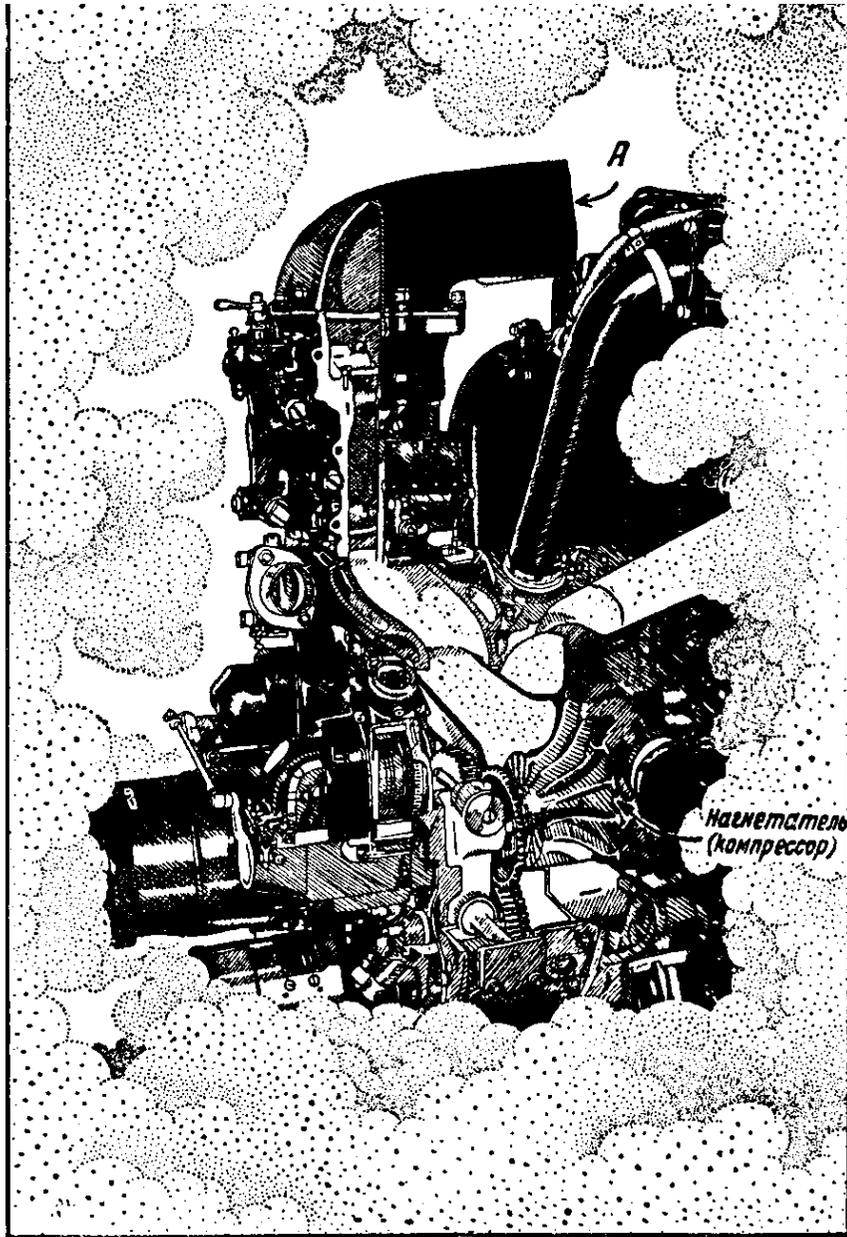


Рис. 313.

Благодаря тому, что нагнетатель действует, как насос, он хорошо смешивает частицы распыленного бензина с воздухом. Расход мощности, необходимой для привода нагнетателя, увеличивается с высотой. При одном и том же диаметре крыльчатки величина наддува изменяется в зависимости от числа оборотов: чем больше число оборотов, тем больше

будет наддув, но вместе с тем приходится затрачивать и большую мощность на привод нагнетателя. Чем выше расчетная высота данного мотора, тем больше должна быть нагнетательная способность нагнетателя. Конечно, отсюда нельзя делать вывод, что мотор, оборудованный более мощным нагнетателем, может дать большую мощность на уровне моря. В этом случае мы должны сознательно поддерживать низкую мощность, чтобы предотвратить опасность перегрева вследствие повышения температуры смеси и возникновения детонации в цилиндрах.

Например, рассматривая рис. 315, мы увидим, что тяжелый гидросамолет, который требует большей мощности для отрыва от воды и для которого большие высоты не нужны, имеет нагнетатель с медленно вращающейся крыльчаткой, дающей малую расчетную высоту, но в то же время значительную мощность на уровне моря. Для нагнетателя мотора транспортного самолета обычно берут среднее передаточное число, что увеличивает его расчетную высоту при несколько меньшей взлетной мощности. На моторе «Циклон» увеличена охлаждающая поверхность цилиндров. Это усовершенствование дает возможность повышать на короткий промежуток времени взлетную мощность. Для истребителя, который должен работать на больших высотах и не требует большой мощности для взлета, применяется нагнетатель с большим передаточным числом, *увеличивающий* расчетную высоту по сравнению с высотами двух самолетов, о которых только что говорилось.

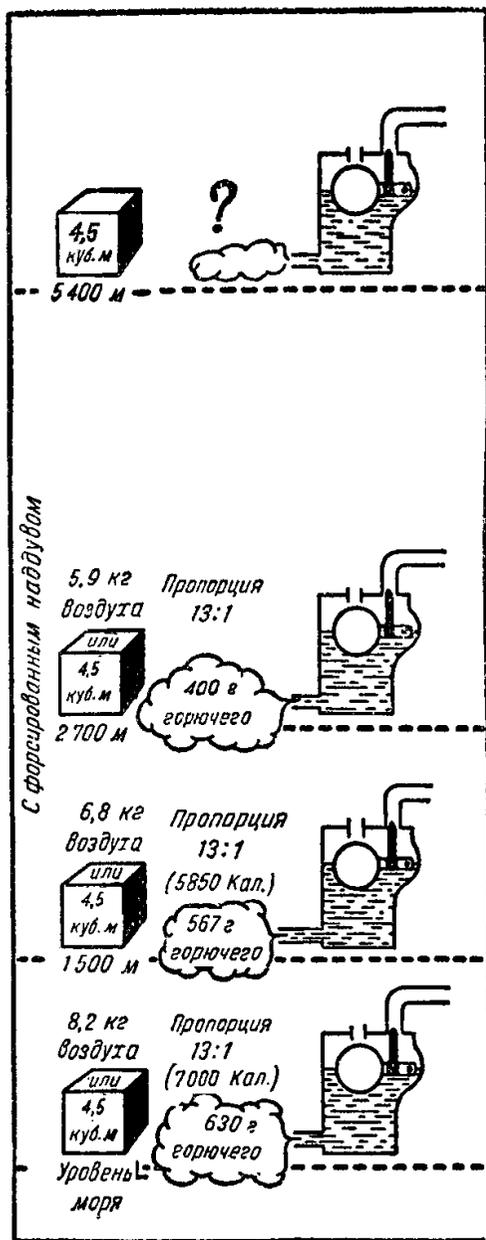


Рис. 314.

Рис. 314. Нагнетатель разрешил проблему поддержания мощности мотора с высотой и дал также возможность увеличить мощность мотора без значительного увеличения его веса. Чем больше бензина по весу мотор сжигает в минуту, тем выше будет его мощность и тем больше калорий (единиц тепла) будет превращено в мощность. Для получения этого нам потребуется смесь более плотного воздуха с большим количеством горючего. Такой воздух мы можем получить. Например, нагнетатель мотора Райт «Циклон» на уровне моря может довести воздух во впускном трубопроводе до плотности, большей, чем плотность воздуха окружающей атмосферы. Как известно, атмосферное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба. Тот же метод применяется для измерения давления воздуха во всасывающем трубопроводе при нагнетании. При давлении во всасывающем трубопроводе в 1067 мм в моторе Райт «Циклон» вес каждого 4,5 куб. м воздуха, всасываемого цилиндрами, вместо того чтобы равняться 5,9 кг, составляет 8,2 кг, что достаточно для того, чтобы мотор сжигал 630 г бензина или немного больше (с теплотворной способностью в 7 000 больших калорий), в результате чего соответственно увеличивается мощность. Таков один из факторов (вторым является винт с регулируемым в полете шагом), благодаря которому мотор дает мощность в 1000 л. с. при 2 200 об/мин на уровне моря. Эта мощность используется в течение короткого периода времени при взлете самолета и затем должна быть уменьшена во избежание перегрева головок цилиндров.

Если во всасывающем трубопроводе давление уменьшится приблизительно до 900 мм ртутного столба, мощность мотора на уровне моря упадет приблизительно до 810 л. с. при 2 000 об/мин. При сохранении этого давления во всасывающем трубопроводе на расчетной высоте 1 700 м мощность мотора еще повысится приблизительно на 5%. Сверх этой высоты мощность начнет падать.

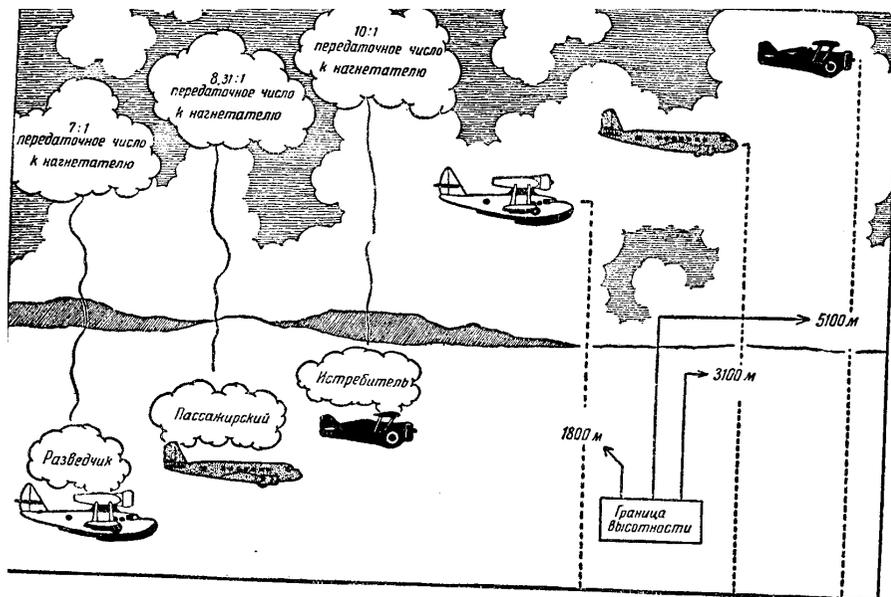


Рис. 315.

Рис. 315. Расчетная высота мотора и, следовательно, как выше указано, передаточное число к нагнетателю определяются назначением мотора.

Рис. 316. Манометр указывает нам давление воздуха во всасывающем трубопроводе.

Когда мы говорим о мощности всякого мотора, следует понимать, что эта мощность измеряется при стандартных атмосферных условиях, т. е. при температуре воздуха 15°C и атмосферном давлении 760 мм ртутного столба. При сравнении стандартные атмосферные условия должны использоваться так же, как северный полюс используется при определении направления. Например, если мотор развивает 500 л. с. при стандартных атмосферных условиях, то тот же мотор с той же регулировкой карбюратора будет развивать меньшую мощность, если температура воздуха будет, например, 25°C или атмосферное давление будет меньше. Это опять не значит, что мы не можем получить 500 л. с. при указанных условиях; потребуется только большее «напряжение», т. е. подача более плотной горючей смеси в цилиндры при некотором открытии дросселя. Независимо от технических данных мотора, вам полезно иметь ясное представление о зависимости между нагнетателем, составом смеси, температурой и плотностью воздуха.

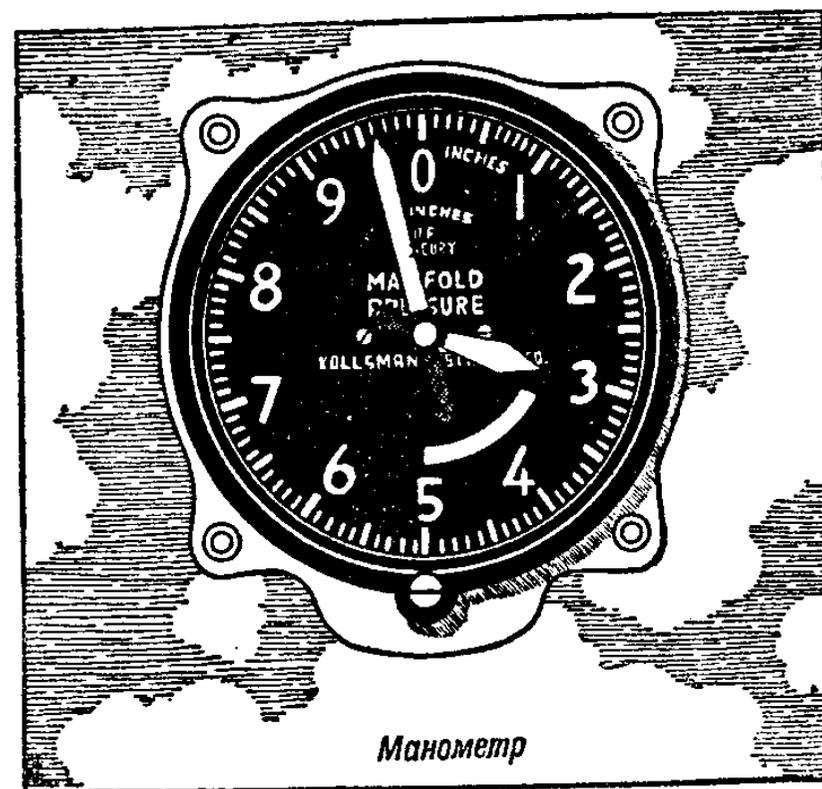
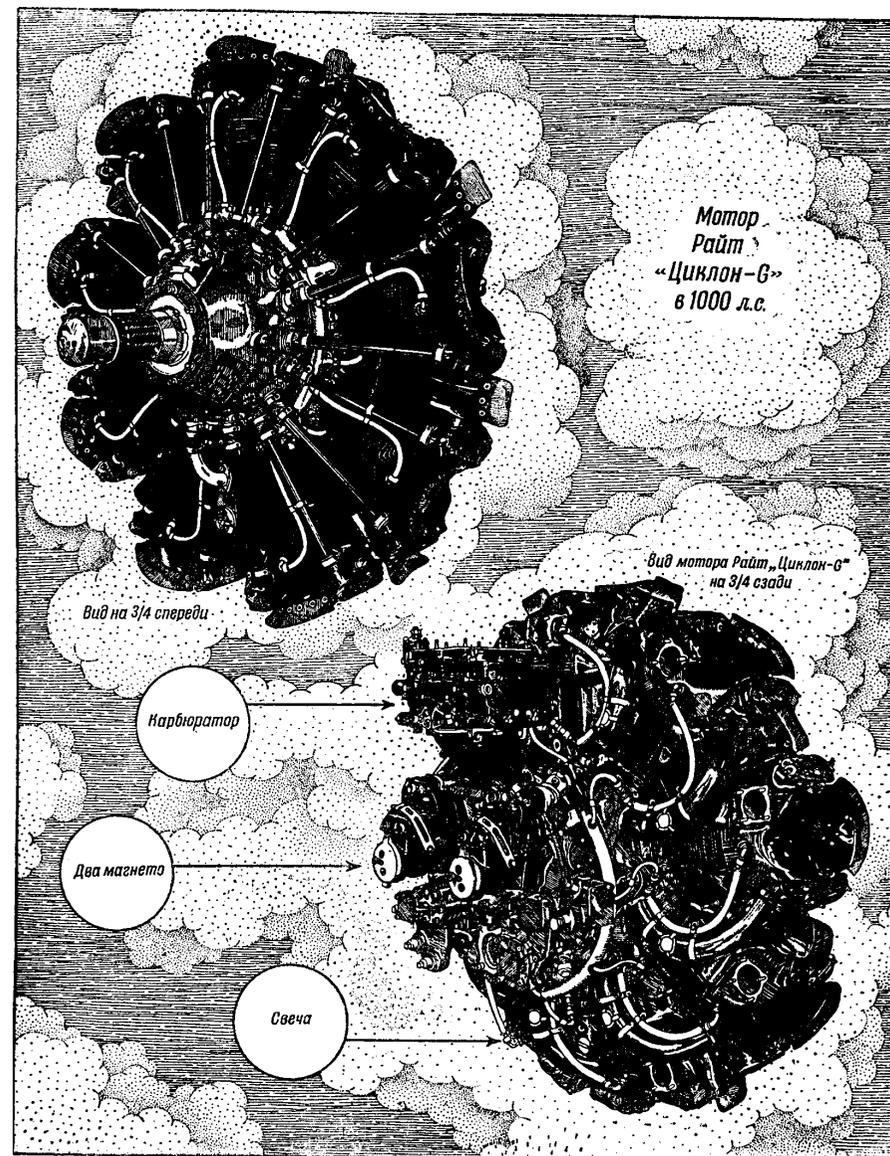


Рис. 316.

Рис. 318. Динамический гаситель колебаний (демпфер) Райт. Кривошпы мотора уравниваются грузами, прикрепленными к щекам со стороны, противоположной шатунной шейке. В связи с моментом инерции винта (считая, что винт воспринимает каждый рабочий ход противовесов кривошпы), а также переменной величиной усилия, передаваемого винту после каждого рабочего хода, происходит некоторая вибрация мотора. Демпфер Райт представляет собой обычный противовес, который свободно колеблется, так как подвешен на двух шпильках (А). Он работает по принципу, сходному с указанным на рис. 319. Если положить на край стола деревянную доску, то ее выступающий конец отломится под сильным ударом, прежде чем подскочит часть, лежащая на столе. Когда мотор работает, свободно поставленный противовес, вследствие вращения,

развивает центробежную силу (рис. 320). Груз демфера крутильных колебаний достаточно велик и так подобран, что при различных оборотах мотора колеблется с различными частотами; поэтому направление инерционного момента, создаваемого демфером при всех скоростях, противоположно направлению крутящего момента во время каждого рабочего хода. В результате достигается более плавная передача крутящего момента от цилиндра к винту



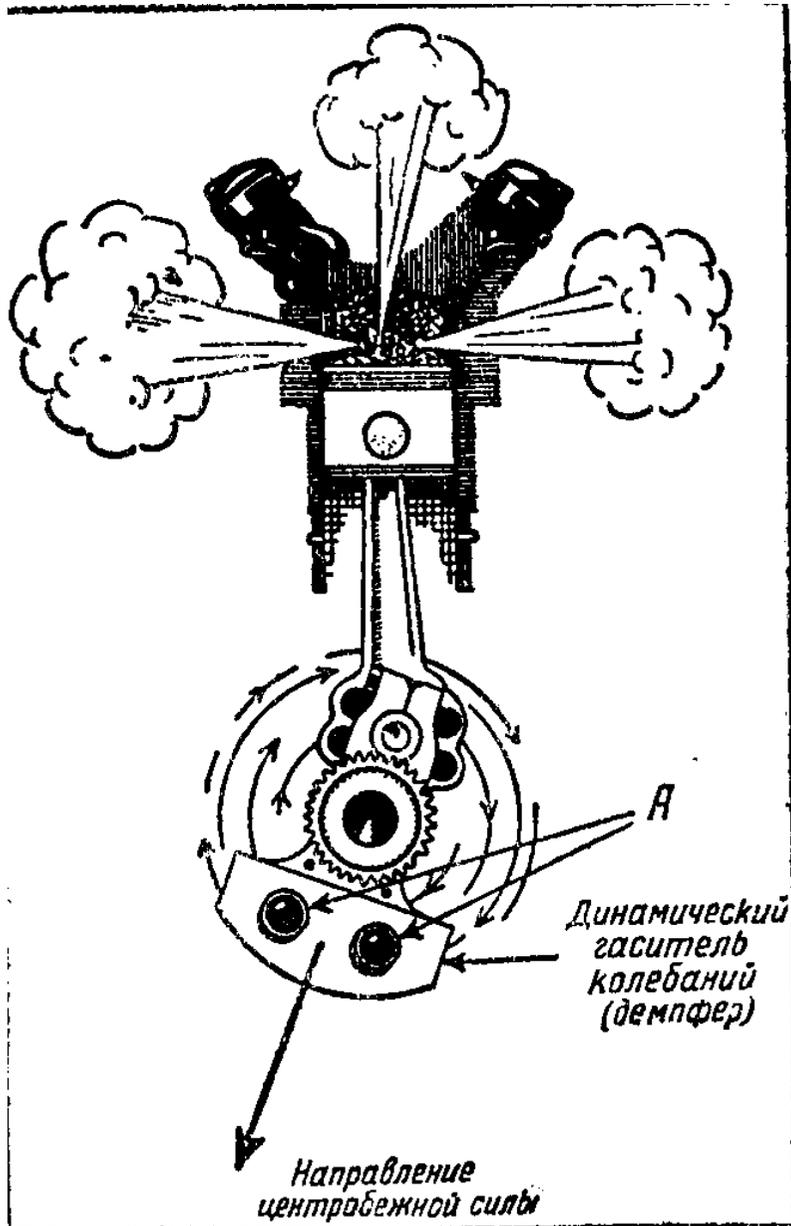


Рис
318.

Чтобы объяснить, как это происходит, приведем следующий пример. Вы садитесь в автомобиль, запускаете мотор, выключаете сцепление, включаете

первую скорость и резко включаете конус. При этом получится внезапное приложение силы, приводящее к сильному толчку. Постепенное включение конуса даст плавное трогание с места.

Цилиндры авиамоторов всегда изготовлялись из стали, но вначале слишком мало внимания обращали на степень ее твердости. В результате цилиндры подвергались значительному износу. Было установлено, что долговечность мотора может быть увеличена и его работа в воздухе будет безопаснее, если стенкам цилиндра придать твердость, превышающую твердость обыкновенной стали. Поверхности цилиндров мотора Райт, так же как некоторые его детали, обработаны так называемым процессом нитрации. Этот процесс состоит в том, что цилиндры, шестерни и другие детали подвергаются действию аммиака в печи при температуре 550°C в течение 50 часов (10 часов из этого времени используются для постепенного охлаждения частей цилиндра). Поверхности, для которых слишком значительная твердость нежелательна, при закалке покрываются защитным слоем олова. Стекловидная, закаленная поверхность делается на 300—400% тверже, чем она была в первоначальном состоянии (рис. 321). Самые незначительные детали обработки имеют важное значение для надежности авиационного мотора. К числу таких деталей относятся закругление краев некоторых металлических частей или шлифование нарезок болтов, придающее им большую прочность.

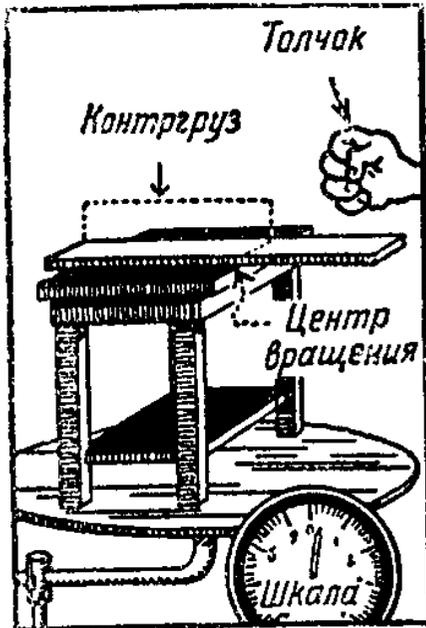


Рис. 319.

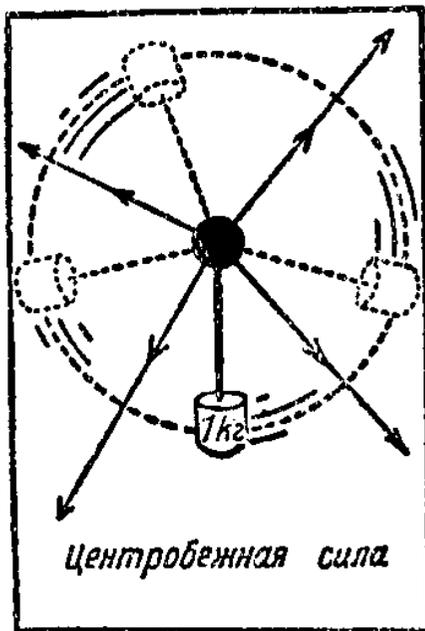


Рис. 320.

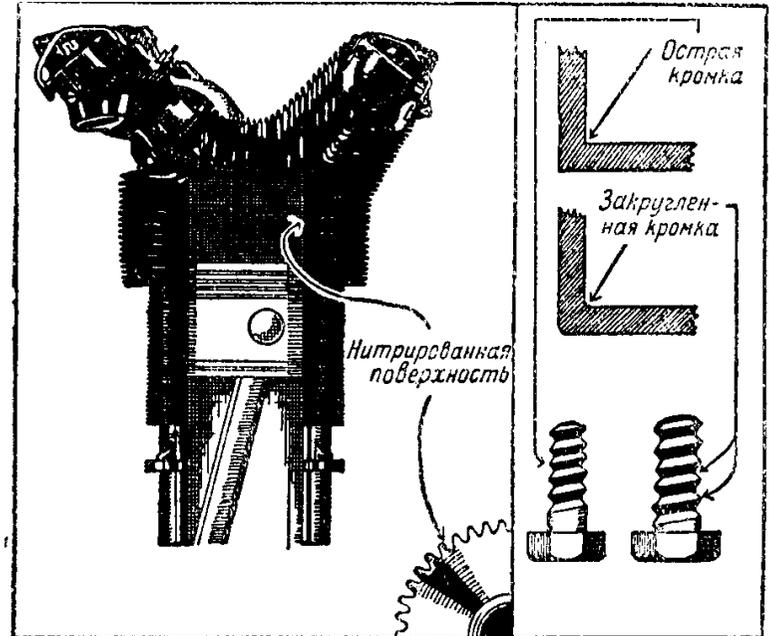


Рис. 321.

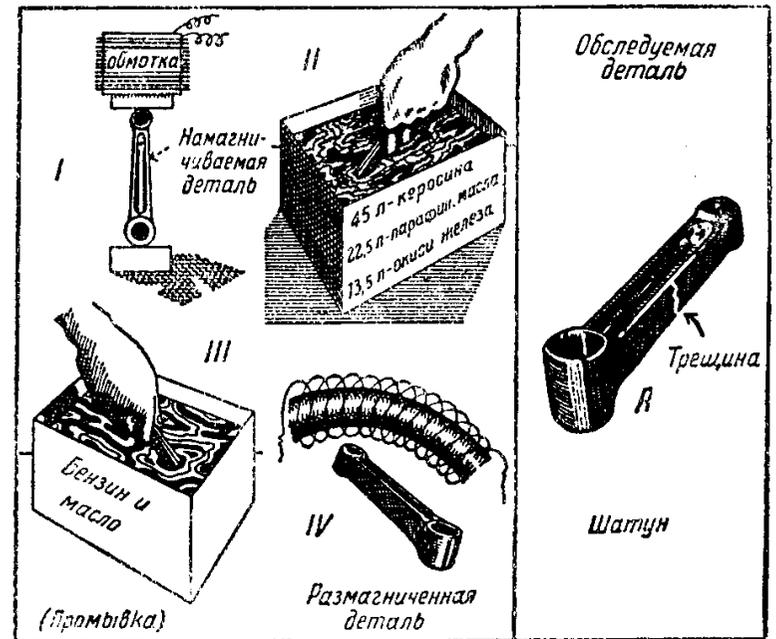


Рис. 322.

Рис. 322. Все части, входящие в конструкцию авиационного мотора, должны быть самым тщательным образом осмотрены. Так как невооруженным глазом невозможно увидеть все дефекты, особенно в стальных частях, то приходится прибегать к способу «электромагнитного исследования». Часть, подлежащая осмотру, намагничивается в течение 0,5 секунды, как показано в 7, затем погружается в ванну II, наполненную реактивами, перечисленными на рисунке. Если в металле имеются дефекты, частицы окиси железа выявят слабые места (A). Затем осматриваемая часть промывается в ванне III и размагничивается (IV)-

Сведения о горючем. Мощность авиационного мотора без нагнетателя при подъеме уменьшается со скоростью, превышающей скорость уменьшения плотности воздуха. Количество горючего, расходуемого мотором на каждую лошадиную силу в час, называется удельным расходом горючего. Мотор с нагнетателем развивает одну и ту же мощность на уровне моря и на расчетной высоте; однако, на последней он расходует горючего меньше. Удельный расход горючего увеличивается с увеличением мощности мотора независимо от высоты.

Рис. 323. На этом рисунке наглядно показан приближенный расход горючего, в зависимости от мощности мотора и высоты полета. Рис. 324. Для того чтобы уяснить себе способность мотора с нагнетателем поддерживать мощность на более значительных высотах, посмотрите на рисунок. Предположим, что данному самолету требуется мощность в 275 л. с., чтобы лететь на уровне моря со скоростью 240 км/час. Для полета с той же скоростью, но на большей высоте требуется меньшая мощность. Это значит, что при той же мощности мотора скорость самолетов на больших высотах увеличивается. Почти на всех высотах ниже расчетной увеличение скорости полета влечет за собой еще более значительное увеличение расхода горючего. Так, например, увеличение скорости полета на 30% (при сохранении всех прочих равных условий) вызовет, по крайней мере, 100%-ное увеличение расхода горючего.

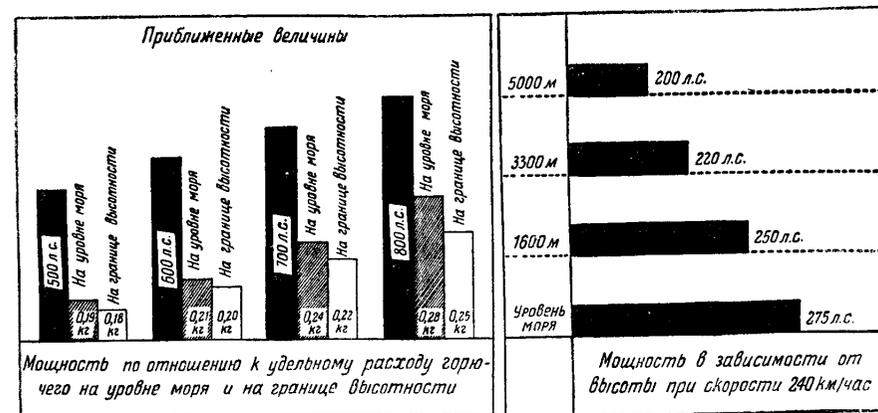


Рис. 323.

Рис. 324.

Для каждого данного числа оборотов коленчатого вала в минуту мощность мотора уменьшается, примерно, пропорционально уменьшению давления во всасывающем трубопроводе, если подобное изменение имеет место на той же высоте. С другой стороны, с увеличением высоты при моторе, работающем с тем же числом оборотов в минуту и с тем же давлением во всасывающем трубопроводе, мощность мотора увеличивается вследствие уменьшения противодавления при выпуске отработанных газов. Эти условия остаются в силе до расчетной высоты данного мотора.

Наилучший километраж на литр горючего для данного мотора определяется на его расчетной высоте, при полете со средней скоростью. Средняя скорость определяется типом самолета.



Рис. 325.

Рис. 325 и 326. Современные авиамоторы развивают большую мощность на килограмм своего веса, чем моторы старых моделей. Мотор большей мощности, естественно, развивает больше тепловой энергии, и это создает необходимость в соответствующей свече. Наивыгоднейшая мощность может быть получена от мотора только тогда, когда хорошо составленная смесь воспламеняется в цилиндре в момент искрообразования.

Надежность воспламенения смеси в цилиндре зависит от интенсивности искры, которая в свою очередь сильно зависит от зазора между электродами. Для свечи типа *B* в рекомендуется допускать зазор не больше 0,635 мм. Свеча никогда не должна нагреваться слишком сильно, чтобы не произошло самовоспламенения смеси, в особенности когда применяется высокая степень сжатия. Это может привести к потере мощности. Часть тепла, развиваемого в цилиндре, поглощается свечой. Последняя отдает часть этого тепла головке цилиндра, а остальное — окружающему воздуху. При работе мотора поверхность электродов свечи, сделанных из никелевого сплава, постепенно покрывается нагаром, и зазор между электродами сокращается. Поэтому рекомендуется вынимать из мотора свечу для прочистки не реже, чем через 50—60 часов работы. После наружного осмотра и проверки свеча должна быть проверена на искрообразование под давлением, соответствующим давлению, развиваемому в моторе в момент зажигания смеси. Хорошей свечой для авиамоторов считается такая, которая регулярно дает искру при давлении 7 атмосфер. Чем выше давление, тем затруднительнее работа свечи.

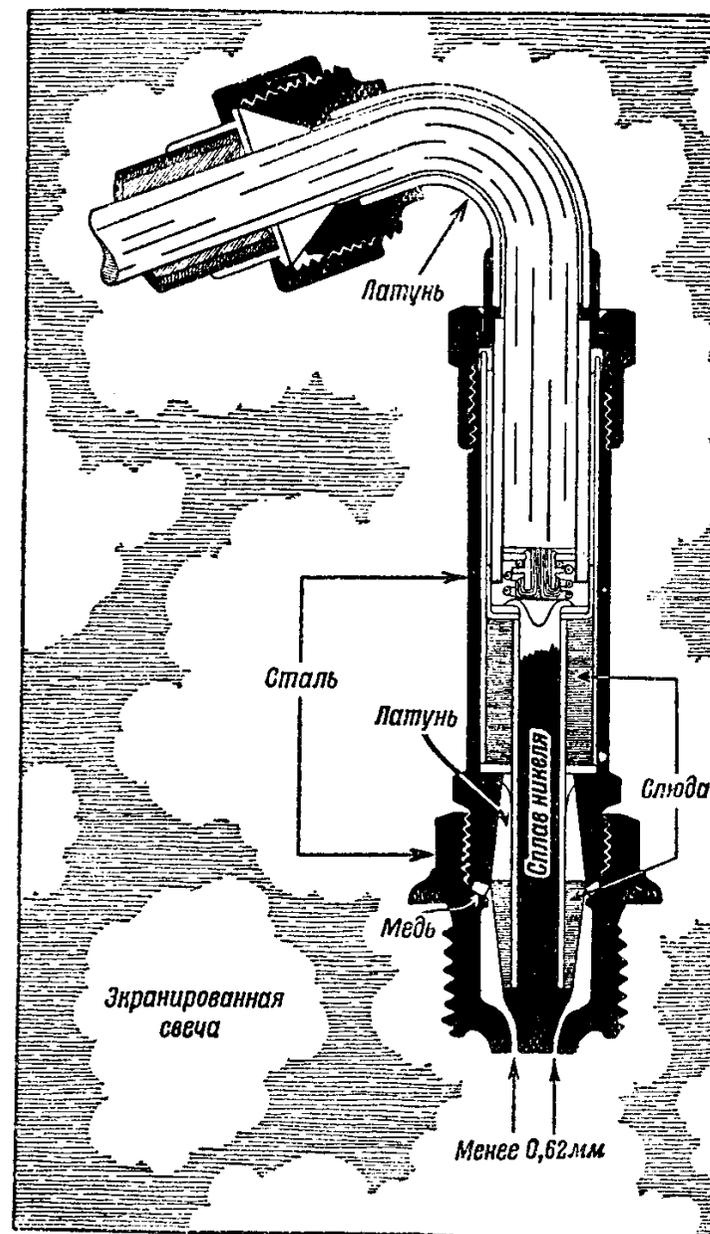


Рис. 326.

Электроды свечи изолированы слюдой. Этот материал устойчив в отношении высокой температуры, не подвергается значительным изменениям в объеме при изменении температуры, а также обладает хорошими изоляционными свойствами, что делает его наиболее подходящим для применения в качестве изолятора свечи.

Провода, идущие от магнето к свечам, должны обладать хорошей изоляцией. Искрообразование может быть нарушено, если провода, по которым проходит ток, недостаточно хорошо изолированы. Экранирование системы зажигания предохраняет от распространения электромагнитного излучения, создающего помехи радиоприему. Экранирование системы состоит из плотно пригнанной металлической оболочки, охватывающей проводники и магнето и заканчивающейся в виде латунной изогнутой трубки, характерной для свечи *ВО*. Эта трубка показана на рисунке. Экранироваться должны не только магнето и свечи, но и все выключатели.

Для наилучшей работы мотора необходимо, чтобы искра между электродами свечи была своевременна. Искра должна воспламенить смесь в цилиндрах не слишком рано и не слишком поздно, так как в любом из этих случаев мощность мотора будет падать. Опережение или запаздывание зажигания, регулируемое рычагом опережения на магнето, координирует образование искры с положением поршня в цилиндре, в котором должно произойти воспламенение смеси. Запаздывание искры вызывает потерю энергии и, кроме того, ведет к перегреву.

Зажигание. Зажигание с помощью магнето применяется почти во всех авиамоторах по целому ряду соображений. Основные из них следующие: магнето высокого напряжения является законченной самостоятельной системой зажигания. Оно не зависит в своей работе от других частей системы (как, например, генератора и батареи). Работа магнето улучшается с увеличением скорости вращения. При нормальной работе авиамотора обеспечивается надежное искрообразование.

Авиамоторы в 100 л. с. и выше обычно имеют две зажигательные системы для получения в каждом цилиндре одновременно двух искр. В этом случае может быть применена система из двух «самостоятельных магнето» или одного спаренного магнето. Здесь рассматриваются только отдельные магнето (рис. 327), так как основные принципы их действия одинаковы.

Работа магнето основана на принципе электромагнитной индукции. Сущность индукции заключается в следующем: когда магнитное поле пересекается замкнутым проводником, в этом проводнике возникает электрический ток. Когда электрический ток проходит по проводнику, вокруг этого проводника возникает магнитное поле.

В качестве проводника берется такой материал, который обладает малым сопротивлением при прохождении электрического тока. Для наших целей

проводником служит медная проволока.

Магнитное поле представляет собой пространство вокруг какого-либо магнита, в котором проходят магнитные силовые линии (или магнитный поток). Линии эти расположены гуще между полюсами магнита.

Переменный ток может быть возбужден в проводнике при быстрой перемене направления пересекающего его магнитного потока, например, при поворачивании магнита около проволочной катушки. На этом принципе основана работа магнето с вращающимся магнитом. На рис. 328 схематически показаны вращающийся магнит и проволочная обмотка, намотанная на железный стержень. Когда магнит вращается, магнитный поток, проходящий через стержень, изменяется по величине и направлению; в результате в обмотке возникает электрический ток, сначала в одном направлении, а затем в другом.

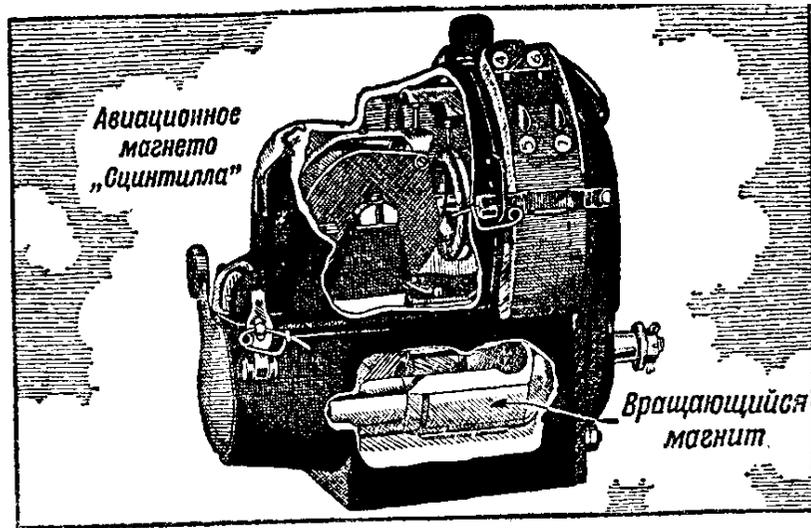


Рис. 327.

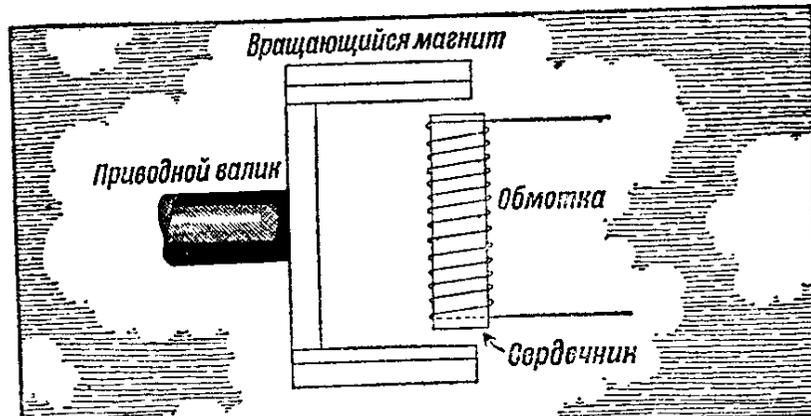


Рис. 328.

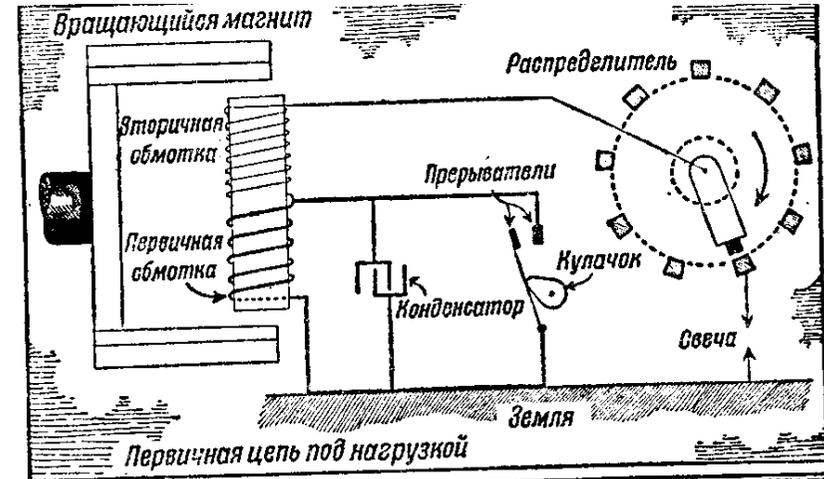


Рис. 329.

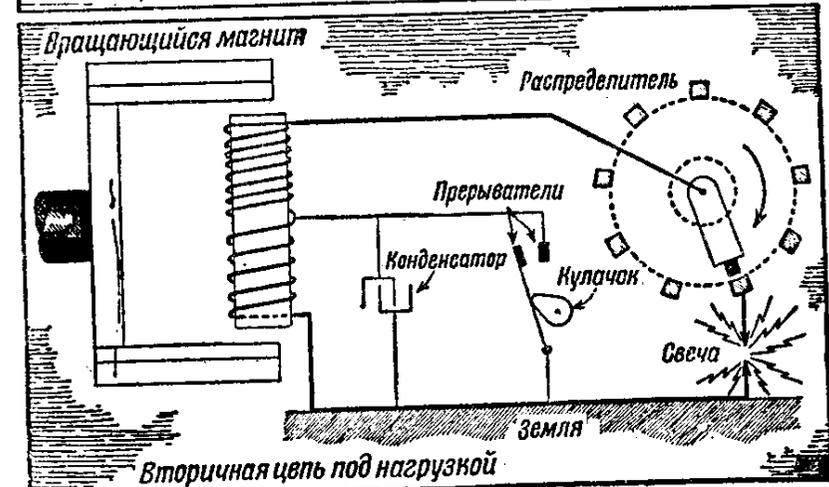


Рис. 330.

Современные магнето для авиамоторов являются магнето высокого напряжения, потому что в катушке добавлена вторичная обмотка, повышающая напряжение до величины, достаточной для того, чтобы пробить зазор между электродами свечи. Первичная обмотка состоит из сравнительно небольшого числа витков толстой медной эмалированной проволоки, в то время как вторичная обмотка состоит из большого числа витков тонкой проволоки.

Как показано на рис. 329, первичная цепь проходит от первичной обмотки к прерывателям, на массу и затем обратно к обмотке. Эта цепь остается выключенной, пока контакты прерывателя разомкнуты. Конденсатор присоединен параллельно контактам прерывателя, для того чтобы ослабить ис-

креб-разование, возникающее при прерывании первичного тока на контактах прерывателя.

Конденсатор служит для улучшения работы как магнето, так и особенно прерывателя. Благодаря ему, вся энергия реализуется в кратчайший период времени и не может утечь. С конденсатором образуется сильная искра, без него — слабая. Прерыватель действует, как клапан.

Представьте себе сосуд со сжатым воздухом, снабженный клапаном, имеющим очень малое отверстие. Воздух из сосуда будет выходить постепенно, но если сосуд снабжен дном, которое может быть открыто мгновенно, сжатый воздух выйдет наружу сразу.

Вторичная цепь, как показано на рис. 330, проходит от массы через первичную и вторичную обмотки к подвижному распределительному бегунку, затем к одной из свечей и через зазор обратно на массу. Работа магнето заключается в следующем.

Когда магнит вращается, он возбуждает ток в первичной обмотке, замкнутой накоротко контактами прерывателя.

Когда первичный ток достигает своего максимума, контакты прерывателя размыкаются. Первичный ток вследствие этого мгновенно прерывается. Магнитное поле, которое было создано первичным током, также исчезает. Это внезапное изменение магнитного потока создает во вторичной цепи высокое напряжение, достаточное для того, чтобы образовать искру, способную пробить зазор между электродами соответствующей свечи. Дальнейшее вращение магнето вызывает образование новой искры и т. д.

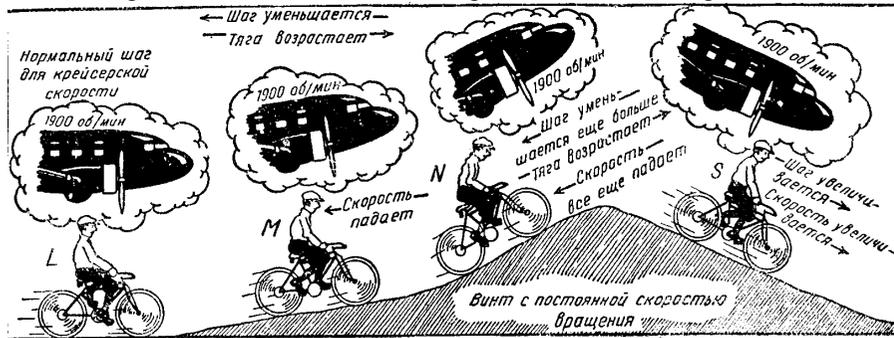


Рис. 331.

XVI.1

ВИНТ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ШАГОМ

Представим себе автомобиль без коробки скоростей. Мощность его мотора может быть передана задним колесам различными путями, однако, соотношение между шестернями мотора и задними колесами остается постоянным при всех скоростях автомобиля. Мощность, вырабатываемая мотором,

зависит в этом случае от того, стоит ли автомобиль неподвижно или он находится в движении. Если мы хотим пустить в ход автомобиль без применения посторонней силы, передача от мотора на задние колеса должна быть такая же, как при первой скорости. После того как автомобиль тронулся, такое положение шестерен позволит мотору развить наибольшую мощность и достичь наивысших оборотов. На этом автомобиле мы сможем взбираться на гору, ехать по плохим дорогам, так как он будет иметь достаточную мощность; однако, скорость движения будет невелика.

Если мы произведем тот же опыт с автомобилем, который имеет только высшую (третью) скорость, — результат будет обратный. Стартовать будет очень трудно, дальнейшее ускорение будет идти очень медленно, и, чтобы добраться куда-либо, придется избегать подъемов. Такое устройство передачи не обеспечит гибкой работы мотора, поэтому наиболее приемлемым было бы нечто среднее между этими двумя скоростями.

Винт с постоянным шагом, который применялся на самолетах до последнего времени, давал те же результаты, что и автомобиль без коробки скоростей. Винт с регулируемым шагом значительно увеличивает возможности современного самолета по сравнению с коробкой скоростей, принятой в автомобилях.

Чтобы мотор с нагнетателем мог развить максимальную мощность, необходимую для взлета, он должен развить максимальное число оборотов в минуту. Это возможно только при винте с регулируемым шагом, лопасти которого расположены под малым углом. Благодаря такому винту транспортные самолеты могут отрываться от земли с большим грузом после небольшого пробега.

У винта с регулируемым шагом угол, образуемый лопастями, может быть изменен либо летчиком, либо автоматически. Цель автоматической регулировки — поддерживать постоянные обороты мотора по причинам, которые будут изложены ниже.

Рис. 331. Этим рисунком мы хотим показать, что винт меняет свой шаг так, чтобы полностью поглощать мощность, развиваемую мотором при 1900 об/мин. Это изменение шага производится регулирующим приспособлением.

Самолет в положении L развил нормальную крейсерскую скорость. В положении M самолет слегка поднимается. Мотор продолжает работать при 1900 об/мин, что означает, что он дает винту ту же мощность, хотя с увеличением лобового сопротивления нагрузка на винт увеличилась. Последнее обстоятельство компенсируется уменьшением шага винта.

Мощность мотора в положении L используется, главным образом, на увеличение горизонтальной скорости, в то время как в M она используется преимущественно на преодоление лобового сопротивления.

В положении *N* условия те же, что и в *M*. Однако, сопротивление движению, увеличившееся с увеличением угла подъема, компенсируется увеличением тяги винта вследствие уменьшения его шага. В положении *S* наблюдается обратное. С увеличением мощности мотора, само собой разумеется, необходимо увеличить размеры винта, для того чтобы поглотить эту мощность и не допустить чрезмерного увеличения скорости вращения вала мотора. Установлено, однако, что винт с очень большим диаметром несколько непропорционален размерам современных самолетов. Поэтому часто вместо двухлопастного винта применяется трехлопастный. Коэффициент его полезного действия несколько ниже. Скорость вращения винта всегда ограничена известным пределом. А именно скорость движения концов лопастей винта должна быть менее $300 \text{ м}^{\wedge}\text{сек}$, этим предотвращаются так называемые «потери», которые привели бы к понижению эффективности винта.

Имеется много образцов винтов с регулируемым шагом. В основном они все одинаковы, но в них применяются различные виды энергии, необходимой для изменения и регулирования шага. Наиболее характерны следующие типы: 1) винт, в котором для регулирования применяется гидравлическая сила (здесь шаг винта регулируется маслом под давлением); 2) винт, в котором используется электроэнергия.

Рис. 332. Винт постоянной скорости Керт и с. Лопастей этого винта изготавливаются из дюралюминия или стали. В последнем случае они делаются пустотелыми. К ступице винта прикреплен небольшой моторчик, который создает силу, необходимую для изменения шага винта. Зубчатая передача с огромным передаточным числом, установленная между моторчиком и лопастями винта, делает этот моторчик очень сильным, так что он может преодолеть сопротивление винта.

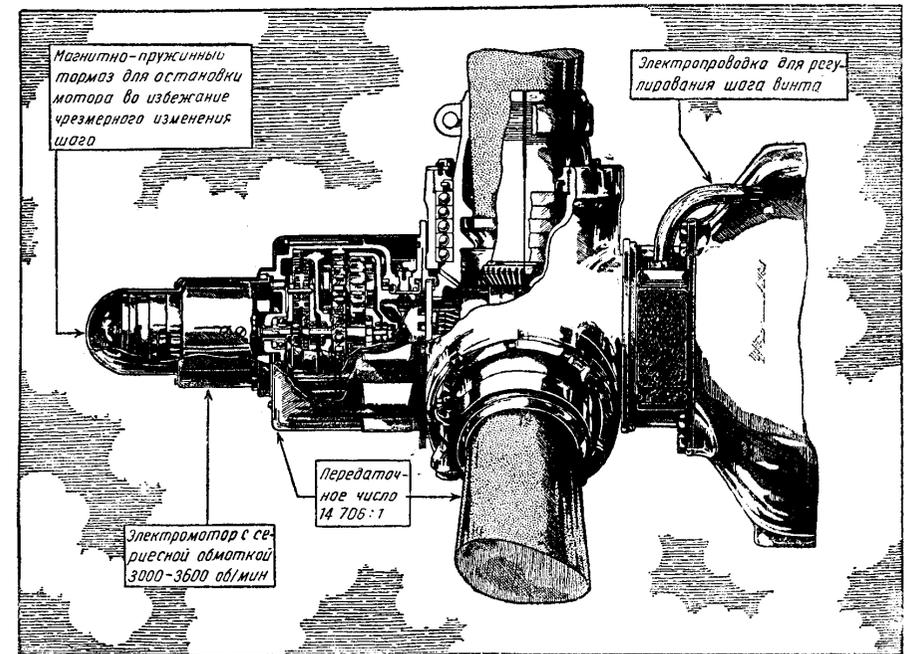


Рис. 332.

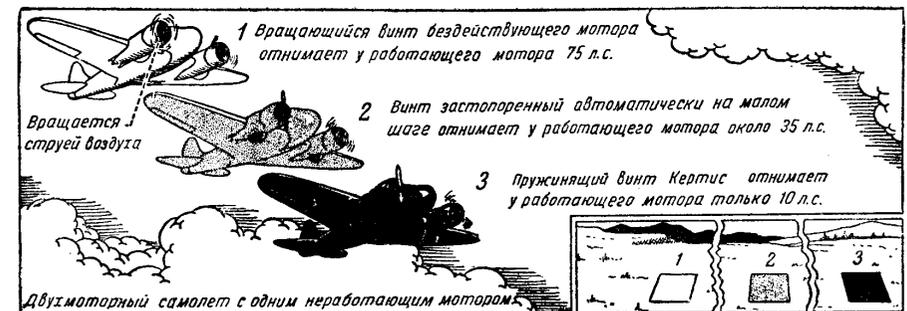


Рис. 333.

Источником электроэнергии для мотора винта служит двадцативольтовая батарея, установленная на самолете. Шаг винта может изменяться автоматически с помощью шарикового (гироскопического) регулятора, который вращается мотором самолета; это делается для сохранения постоянной скорости вращения. Необходимое управление регулятором производится вручную пилотом. Когда не требуется автоматического изменения шага, регулятор выключают, и пилот сам устанавливает желательный шаг лопастей винта. Ток,

поступающий от батареи к электромотору винта для изменения шага винта, проходит через магниты и тормоз, который мешает электромотору продолжать вращение после того, как ток выключен. Как только тормоз выключен, мотор начинает свою работу и изменяет шаг винта. Когда желательный шаг получен, действие регулятора выключает ток, идущий от батареи в электромотор. В этот момент тормозной магнит, не получая электроэнергии, уже не препятствует пружинному тормозу остановить вал электромотора. Шаг винта, по желанию, может быть переведен из полного положительного на полный отрицательный. Регулирование шага обеспечивает маневренность гидросамолетов на поверхности воды.

Рис. 333. В многомоторном самолете в случае остановки одного из моторов вся нагрузка ложится на моторы, продолжающие работать. Нагрузка на винты этих моторов увеличивается, и поэтому уменьшается быстрота вращения моторов. Однако, регулятор приостанавливает эту тенденцию мотора, уменьшая шаг винта ниже нормального и позволяя, таким образом, мотору сохранять свою мощность. Несмотря на большое напряжение работающих моторов, самолет начнёт отставать, так как остановившийся мотор не только не тянет вперед, но, наоборот, создает дополнительное сопротивление во встречном воздушном потоке, который сам вращает винт. Этот бесполезный мотор в таких условиях отнимает около 75 л. с. от мощности работающих моторов (если каждый из моторов имеет 500 л. с.). Если мы прекратим проворачивание остановившегося мотора, то он поглотит только 35 л. с. мощности работающего мотора. Если же мы приостановим не только проворачивание «мертвого» мотора, но также и вращение его винта, то потеря мощности работающего мотора составит только около 1.0 л. с. Это означает, что в последнем случае самолет сэкономит больше мощности, которая сможет быть использована, например, для покрытия на одном моторе большего расстояния с большей безопасностью или для получения большей тяги от винта работающего мотора; большая тяга особенно необходима, когда один из моторов отказывает в работе вскоре после взлета самолета.

Взлет. Для сокращения разбега самолета при взлете, особенно когда самолет тяжело нагружен, необходимо большое ускорение. Такое ускорение можно получить только тогда, когда вся мощность мотора передается на винт и обеспечивает хорошую тягу винта. С этой целью регулятор винта устанавливают на максимально допустимое мотором число оборотов; в этом положении лопасти будут установлены на самый малый шаг, что и позволит мотору развить максимальную мощность.

В то время как частичное увеличение мощности мотора, необходимое для отрыва, может быть достигнуто уменьшением угла лопастей винта, дальнейшее увеличение мощности возможно лишь при питании мотора большим количеством горючего и при увеличении давления во всасывающем патрубке с

помощью нагнетателя; это вызывает образование большого количества тепловой энергии из большого количества горючего, посылаемого в цилиндр в минуту. Данная максимальная мощность мотора не может быть поддержана в течение долгого времени, потому что избыток тепла, собирающийся в цилиндрах, не может быть передан в воздух так же быстро, как он создается. Однако, на короткий период можно без опасения пустить мотор на полный ход, как это оговаривается специальными инструкциями, после чего необходимо понизить его нагрузку до минимального уровня, чтобы предупредить перегрев.

Набор высоты. При наборе высоты мы используем максимальную мощность мотора, допустимую в течение более или менее продолжительного времени (однако, она меньше, чем мощность, допустимая для отрыва), обращая избыточную силу — сверх величины, необходимой для преодоления лобового сопротивления, — на быстрый подъем. Скорость набора высоты при наличии винта с регулируемым шагом увеличивается, так как избыток мощности мотора, используемый на подъем, возрастает. Во время подъема мотор вращается с постоянной скоростью, которая развивает определенную мощность при определенном давлении во всасывающем патрубке. Всякое изменение угла подъема увеличивает или уменьшает число оборотов мотора в минуту.

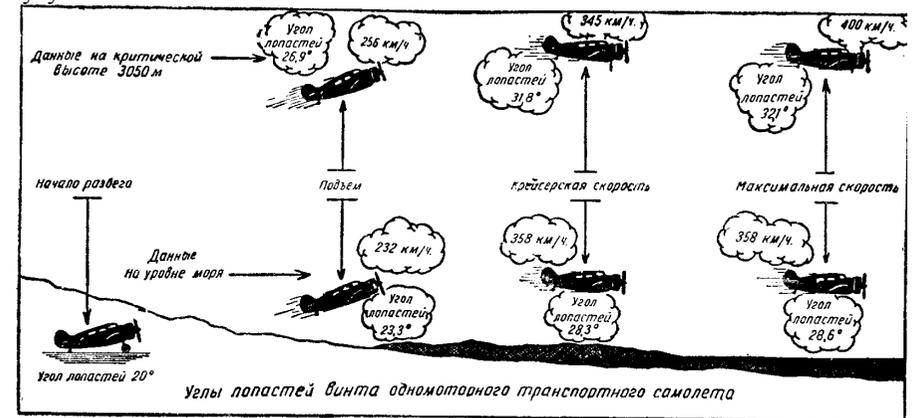


Рис. 334.

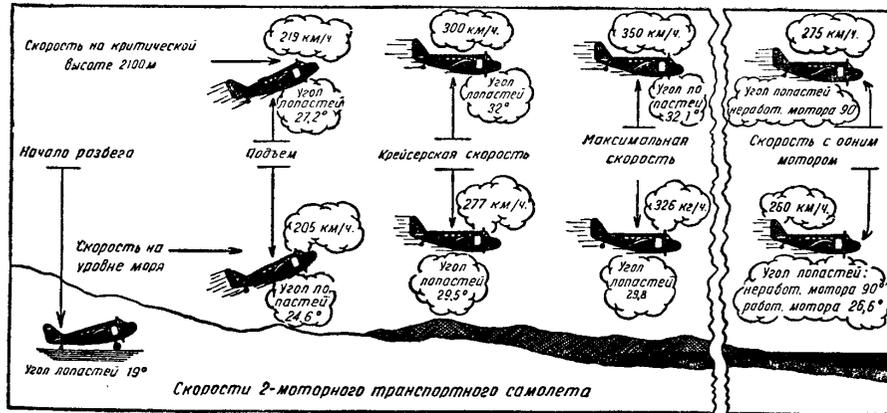


Рис. 335.

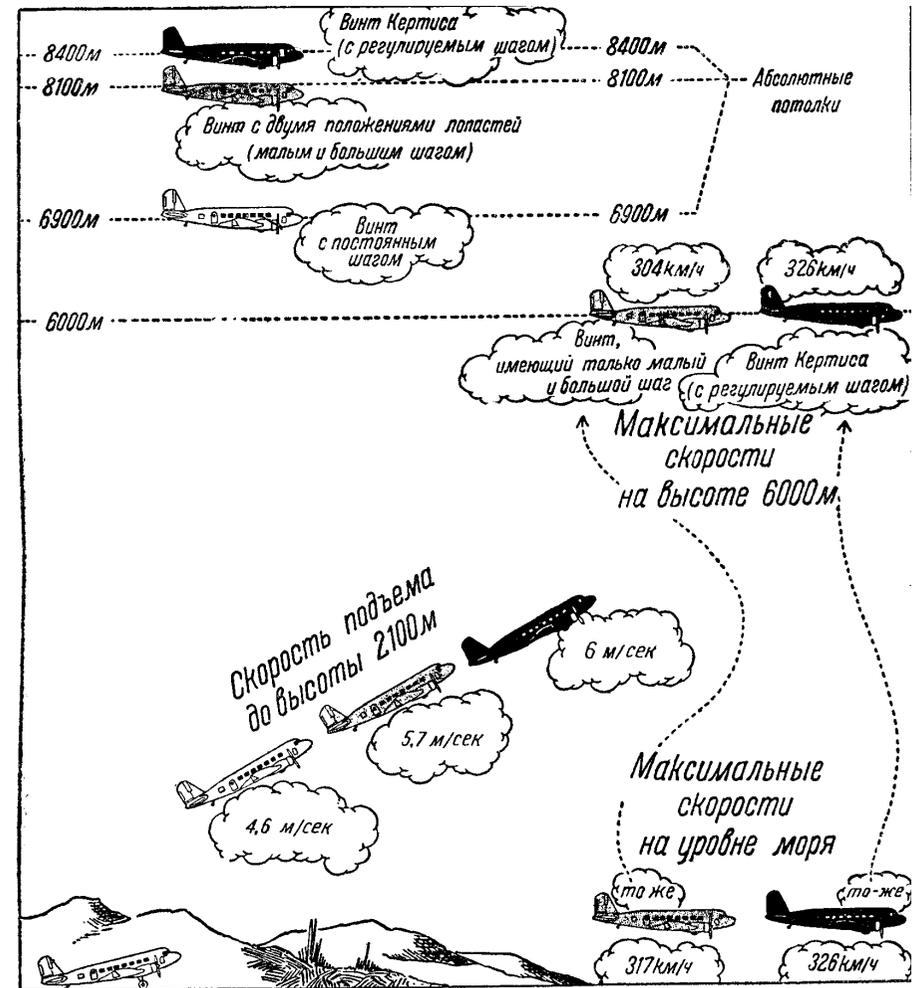


Рис. 336.

Но регулятор, который управляет лопастями винта, соответственно изменяет шаг винта. Следовательно, мотор сохраняет свое число оборотов и свою мощность во время всего подъема. При этих условиях винт работает с постоянной эффективностью.

Крейсерская скорость. Как только самолет достигнет высоты, намеченной для горизонтального полета, регулятор скорости должен быть установлен соответственно числу оборотов мотора, рекомендованному для крейсерской скорости; после этого давление во всасывающем патрубке может быть соот-

ветственно отрегулировано дросселем.

Независимо от положения носа самолета относительно горизонта, постоянно-скоростной винт будет сохранять то же самое число оборотов мотора; если даже самолет перейдет в пике, мотор не будет вращаться с большей скоростью.

Рис. 334. На этом рисунке показаны: зависимость между углом установки лопастей, скоростью взлета, крейсерской скоростью и максимальной скоростью одномоторного транспортного самолета на уровне моря и на расчетной высоте мотора.

Рис. 335. Этот рисунок показывает то же, что и рис. 334, но на нем рассматривается двухмоторный транспортный самолет. В правой стороне рисунка показано, как меняется угол установки лопастей винта работающего мотора на уровне моря и на расчетной высоте в случаях, когда один из моторов не работает.

Рис. 336. Этот рисунок показывает вам полетные качества транспортного самолета, мотор которого имеет или винт с постоянным шагом или винт, имеющий только две возможные установки шага (минимальный и максимальный шаг), или винт Кертис.

XVIII

САМОЛЕТ И ПРОЧНОСТЬ ЕГО КОНСТРУКЦИИ

В начальный период самолетостроения конструкторов занимал вопрос на который они не могли дать удовлетворительного ответа в течение многих лет. Они постоянно спрашивали себя: «Насколько слаб наш сильный самолет?» или «Насколько силен наш слабый самолет?». Этот вопрос вытекал из недостаточного знания аэродинамики (воздействие воздуха на различные части самолета во время полета в различных условиях: при горизонтальном полете, на большой скорости, вверх колесами, при пикировании, наборе высоты и т. д.). С развитием техники, и в особенности с появлением мощных аэродинамических труб, в которых действие воздуха на конструкцию самолета может быть точно измерено, конструкторы самолетов получили возможность точно установить все данные, необходимые при проектировании для получения прочной конструкции.

Каждый самолет, конечно, достаточно прочен, чтобы выдержать нагрузку, испытываемую его частями в нормальных условиях полета. Но то, что считается нормальным для скоростного истребителя, не обязательно является нормальным для легкого пассажирского самолета. Таким образом, прочность самолета должна позволить легко выдержать максимальные усилия и напряжения, испытываемые при его использовании по прямому назначению. Не это ли одна из причин создания различных типов самолетов? Сильные восходящие и нисходящие потоки, встречающиеся в полете, вызывают соответствующее возрастание нагрузки на плоскостях. Чем быстрее самолет летит и

чем больше скорость восходящего потока, встречаемого на пути, тем значительнее будет нагрузка на его конструкцию, и в особенности на его плоскости. С возрастанием скорости самолетов, — а это происходит чуть ли не каждый день, — задача постройки достаточно прочных самолетов для преодоления неблагоприятных атмосферных условий все более усложняется.

Однако, в связи с успехами металлургии, за последние годы удалось получить более легкие и прочные материалы. Эти материалы дали возможность построить легкие и достаточно прочные самолеты, обеспечивающие полную безопасность летчиков и пассажиров,

Интересно напомнить, что чем меньше нагрузка на крылья, тем больше она увеличивается при встрече с сильным восходящим воздушным потоком, что создает сильные напряжения в крыльях.

Все части конструкции самолетов значительно прочнее, чем нужно, чтобы выдержать максимальную нагрузку, возможную в нормальных условиях полета, приземления или взлета. Скоростной военный самолет-истребитель имеет сравнительно большую нагрузку на крылья и малую нагрузку на мотор (вес самолета с полной нагрузкой, разделенный на число сил мотора). Такой самолет работает в тяжелых и сложных условиях и должен быть достаточно прочным, чтобы выдерживать нагрузку при вертикальном пикировании, во время которого его скорость более, чем вдвое, превышает максимальную скорость. Сравнение трех основных типов самолетов (военных, спортивных и крупных транспортных), сконструированных для различных целей, как это указано на следующей странице, даст вам представление о характере конструкции каждого из этих типов.

Такое сравнение ясно показывает, что истребители берут небольшой по сравнению с их весом груз и что большая часть веса этих самолетов идет на усиление конструкции для придания безопасности в самых тяжелых условиях, в которых работает военный самолет.

Очень важным свойством военного самолета является быстрота набора высоты. Она достигается очень малой нагрузкой на 1 л. с. Экономичность эксплуатации — менее важное требование для военных самолетов. Наилучшие маневренные качества — главная цель, к достижению которой стремятся. Спортивные самолеты могут иметь меньшую скорость набора высоты. Они должны быть экономичны в эксплуатации и обладать достаточной прочностью, чтобы противостоять максимальным напряжениям, возникающим в необычных атмосферных условиях во время полета, при приземлении и взлете. Хотя скорость набора высоты у этого типа самолетов значительно меньше, чем у военных самолетов, она достаточна для выполнения его задач.

Совершенно иные требования предъявляются к транспортному самолету: максимальная скорость, максимальная нагрузка и минимальная стоимость эксплуатации. Для того чтобы новый тип самолета был принят в

эксплоатацию, он должен отвечать установленным минимальным требованиям. Вместо того, чтобы перечислять все требования, предъявляемые к различным типам самолетов, приведем следующую таблицу:

	ВОЕННЫЙ «Кертис Хаук»	СПОРТИВ- НЫЙ «Ферри»	ТРАНСПОРТНЫЙ «Дуглас»
Вес конструкции на 1 м ³ *	1430 кг	658 кг	6880х3 4 010 кг
Нагрузка на несущей поверхности	75 кг	65 кг	110 ва
Максимальная скорость	396 км/ч	220 км/ч	351 км 1 час на высоте 3 490 л
Крейсерская скорость	326 км/ч	194 км/ч	295 км/ч на высоте 10 000 л
Посадочная скорость	109 км/ч	73,5 км/ч	104 км/ч при скорости 100 км/ч
Набор высоты (в первую очередь)	665 м/мин	204 м/мин	295 м/мин
Потолок	7 840 м	5 390 м	7 230 л с высотными моторами

Примечание. Указанные данные являются ориентировочными и служат только для сравнения; они могут меняться в зависимости от типа мотора или усовершенствований, внесенных в самолет. В верхней графе в числителе дается вес конструкции пустого самолета, а в знаменателе — вес поднимаемой этим самолетом полезной нагрузки.

Самолетостроительные заводы не только теоретически определяют прочность и работу самолетов, но и часто подвергают их различным испытаниям. Испытания эти состоят в нагрузке на крылья мешков с песком, вес которых равен максимальной нагрузке крыльев, возможной в полете. В некоторых случаях испытания производятся с увеличением нагрузки до тех пор, пока конструкция не сломается. Результаты испытаний точно определяют прочность самолета. Таким же испытаниям должны быть подвергнуты шасси, моторная установка, хвостовые поверхности и каждая ответственная часть самолета.

Затем производится испытание самолета в воздухе на устойчивость: устойчивый самолет не изменяет направления полета без соответствующего вмешательства пилота. Маневренность требует легкого (без всяких усилий) изменения направлений и высоты полета самолета. Самолеты, которые считались устойчивыми и маневренными несколько лет тому назад, на сегодняшний день совершенно устарели. Только летчик-испытатель с большим опытом может производить оценку маневренности и устойчивости самолета,

сравнивая его с другими самолетами, на которых он летал. Взлет, приземление, максимальная и крейсерская скорости должны быть определены в испытательных полетах. Точно так же должны быть установлены расход горючего на разных скоростях и максимальная полезная нагрузка самолета, а в некоторых случаях и ряд других данных.

Для некоторых типов военных самолетов очень важно определить предельную максимальную скорость полета, потому что при пикировании самолетов этого типа возможна большая перегрузка. Прочность конструкции самолета проверяется вертикальным пикированием до предельной скорости; в момент, когда летчик-испытатель выводит самолет из пикирования, создается максимальная нагрузка на крылья, хвостовые поверхности и другие части самолета. Во время любых испытаний самолета должны быть получены точные данные и приняты во внимание атмосферные условия, при которых производится испытание. В прошлом испытания могли производиться людьми, умевшими хорошо летать. В настоящее время необходимы не только высокая летная квалификация, но и серьезные технические знания.

Отличные технические знания и высокая летная квалификация — блестящее сочетание для испытательного полета.

Рис. 337. Испытание на пикирование до предельной скорости. Самолет под управлением летчика-испытателя поднимается на большую высоту, чтобы для пикирования имелось не менее 3 000 м. При пикировании получается определенная предельная скорость, которая далее не увеличивается. В этот момент самолет быстро можно вывести из пикирования энергичным и плавным вытягиванием ручки управления, как показано на рисунке. При достижении точки, лежащей, примерно, на 1/3 Дуги, которую описывает самолет, части его конструкции испытывают максимальную нагрузку.

Нормально потеря высоты с момента, когда взята на себя ручка управления, до выхода из пикирования составляет около 600 м. Во время пикирования, когда самолет описывает дугу, возникает настолько значительная центробежная сила, что вес всех частей самолета, а также и вес тела пилота, увеличиваются в несколько раз. Вследствие сильного отлива крови от головы пилот испытывает на некоторое время головокружение и ослепление. Увеличение веса каждой части самолета измеряется специальными единицами δ (ускорение силы тяжести).

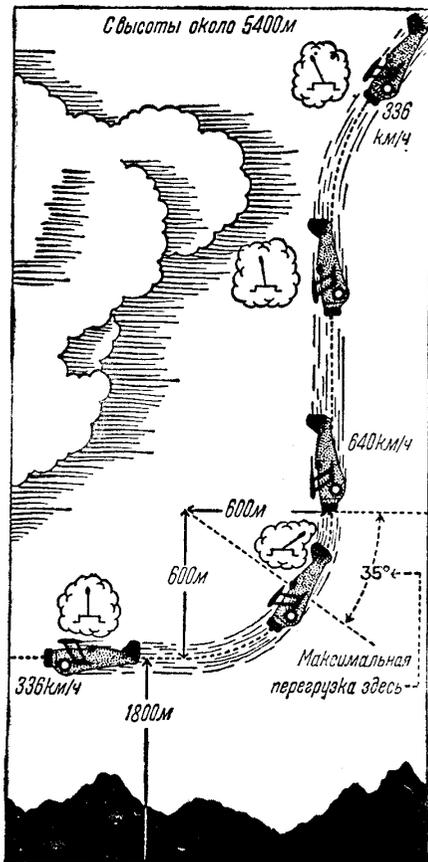


Рис. 337.



Рис. 338.

Если производится медленный вывод из затяжного пикирования, временные неприятные физические ощущения, испытываемые пилотом, возрастают, так как отлив крови от головы по капиллярным сосудам длится большее время, чем в случае резкого и быстрого выхода из пикирования.

При прочих равных условиях самолет с большей нагрузкой на крылья и с меньшим сопротивлением, вследствие лучшей обтекаемости, будет иметь большую предельную скорость.

1 Перегрузочным прибором. — Ред

Рис. 338. Ускорение самолета измеряется акселерометром ^ устанавливаемым обычно вместе с остальными приборами на приборной доске. Одна из стрелок прибора отмечает непрерывные изменения ускорения — положительные и отрицательные, наблюдаемые, когда самолет летит в беспокойном воздухе. Другая стрелка отмечает максимальное ускорение, полученное во время испытания. При обычных горизонтальных полетах атмосферные явления могут вызвать некоторое ускорение в $i,2g$, почти неощутимое; ускорение в $i,6g$ довольно неприятно, причем, если ускорение доходит до $1g$, следует туго затянуть привязные ремни на сидениях. Такое ускорение можно назвать нормальным. Оно не опасно для современных самолетов. Правильный вираж под углом 30° вызывает ускорение около $1,2^$. При очень крутом вираже ускорение может дойти до $3g$. При правильной петле ускорение не превышает $2g$. При хорошей посадке, зависящей, конечно, от посадочной площадки и качества шасси, ускорение не превышает $i,3g$, хотя обычно шасси могут выдержать ускорение до $4^$ и выше.

Величина атмосферных возмущений может быть предсказана с большой точностью на основании метеорологических данных, собираемых в определенные часы в различных пунктах страны.

Для проверки прогнозов метеорологических станций весьма полезны ежедневные отчеты штурманов воздушных линий о состоянии погоды. Следует, однако, учитывать возможность субъективной оценки данных погоды. Более объективные показания дает акселерометр, с помощью которого можно учесть силу некоторых атмосферных явлений.

Когда самолет постепенно поднимается восходящими потоками (подъем может быть значительным), его конструкция испытывает меньшие напряжения, чем в случае быстрого вертикального подъема.

Предположим, самолет возвратился из полета, в течение которого он попал в сильные атмосферные возмущения. Мы замечаем, что акселерометр записал ускорение в $3^$, хотя при осмотре самолета не обнаружено никаких дефектов в конструкции. Однако, после второго полета, когда акселерометр записал ускорение в $3g$, мы находим при осмотре несколько ослабнувших заклепок (самолет металлической конструкции). Отсюда следует, что самолет должен подвергаться особенно тщательному осмотру после полетов.

Наличие акселерометра на самолете помогает нам изучать атмосферные возмущения и их последствия. Чем больше скорость самолета, тем сильнее действие этих возмущений. То обстоятельство, что на самолете имеется такой прибор, не означает, что современные самолеты не могут выдерживать сильные бури. Разве вы считаете излишним учитывать силу атмосферных возмущений в течение всего года и в определенных районах?

Любознательность послужила причиной многих открытий!

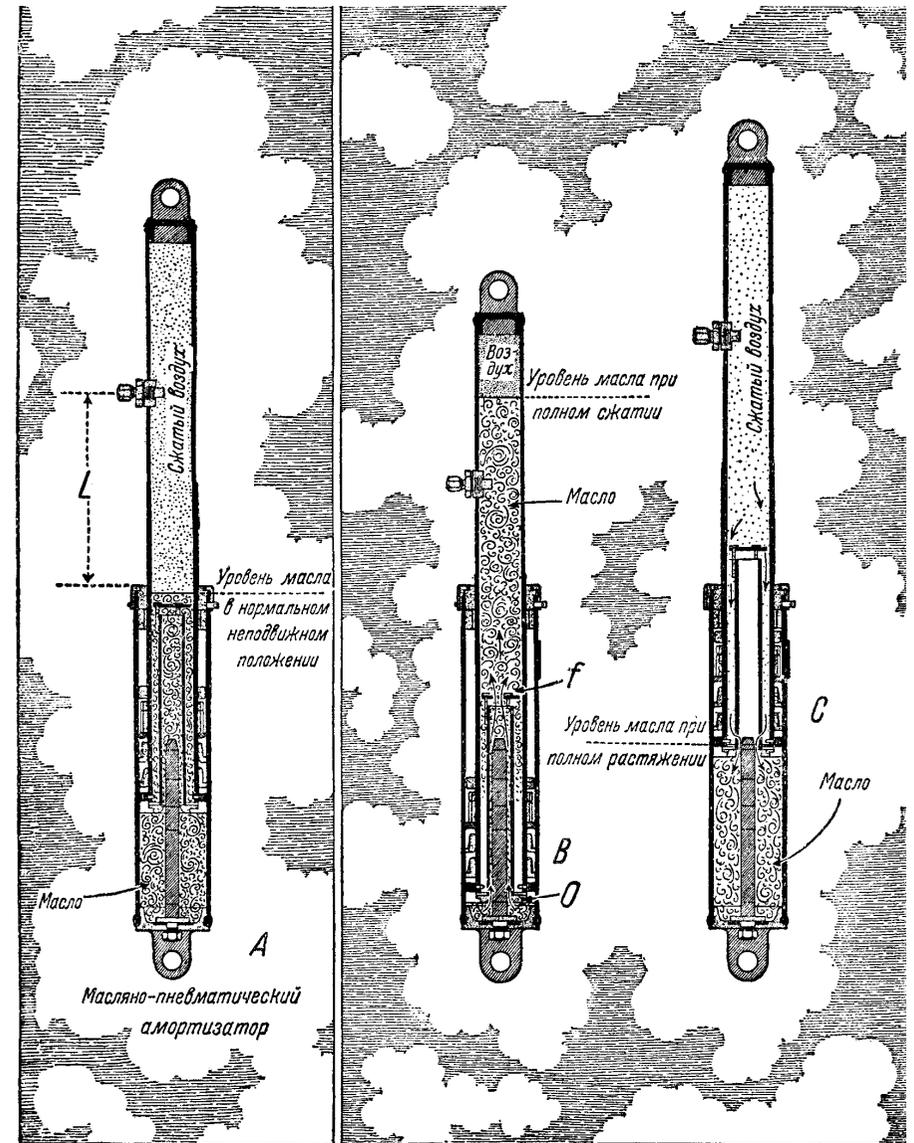


Рис. 339.

Рис. 339. Когда самолет находится на земле, его полный вес ложится на шасси и хвостовое колесо.

Для того чтобы уменьшить толчки, сохранить на самолете приборы и соз-

дать лучшие условия для пассажиров, между колесами и самолетом устанавливаются амортизаторы, которые поглощают большую часть кинетической энергии, получаемой от удара при грубой посадке или в том случае, когда колеса пробегают по неровной площадке.

На рис. 339 показан разрез амортизатора «Бендикс». В *A* изображен амортизатор в обычном, неподвижном положении, когда вес самолета воспринимается сжатым воздухом в верхней камере амортизатора.

Размер амортизаторов зависит, конечно, от веса самолета. На их размеры влияет также направление приложения нагрузки.

Когда амортизатор установлен на самолете, масло, как показано на рисунке, находится в нижней камере; затем сжатый воздух нагнетается через клапан в верхнюю камеру, пока амортизатор не растянется и не примет своего нормального положения для восприятия веса самолета.

При нормальной статической нагрузке длина L должна быть всегда одинаковой. При рулежке самолета небольшие толчки воспринимаются сжатым воздухом.

При грубой посадке в момент удара шин колес самолета о землю амортизатор сжимается, и масло из нижней камеры постепенно вытесняется в верхнюю, как это показано на рис. 339, *B*. Таким образом, кинетическая энергия превращается в тепловую вследствие сопротивления, которое оказывает масло при протекании через отверстие O и через клапан / в верхнюю камеру. Воздух в пространстве над маслом сильно сжимается и начинает давить на масло, пытаясь вернуть его в прежнее положение. Клапан / под давлением масла закрывается, вследствие чего масло протекает, как показано в *C*, через маленькие отверстия, значительно ослабляя толчки.

Когда амортизатор сжимается в момент приземления, то в конце хода амортизатора сжимается полностью и шина колеса. Затем значительная часть кинетической энергии поглощается тем же амортизатором при его обратном ходе, когда шина начинает расширяться. Амортизаторы не только устраняют скачки самолетов при грубой посадке, но способствуют также плавной рулежке самолетов.

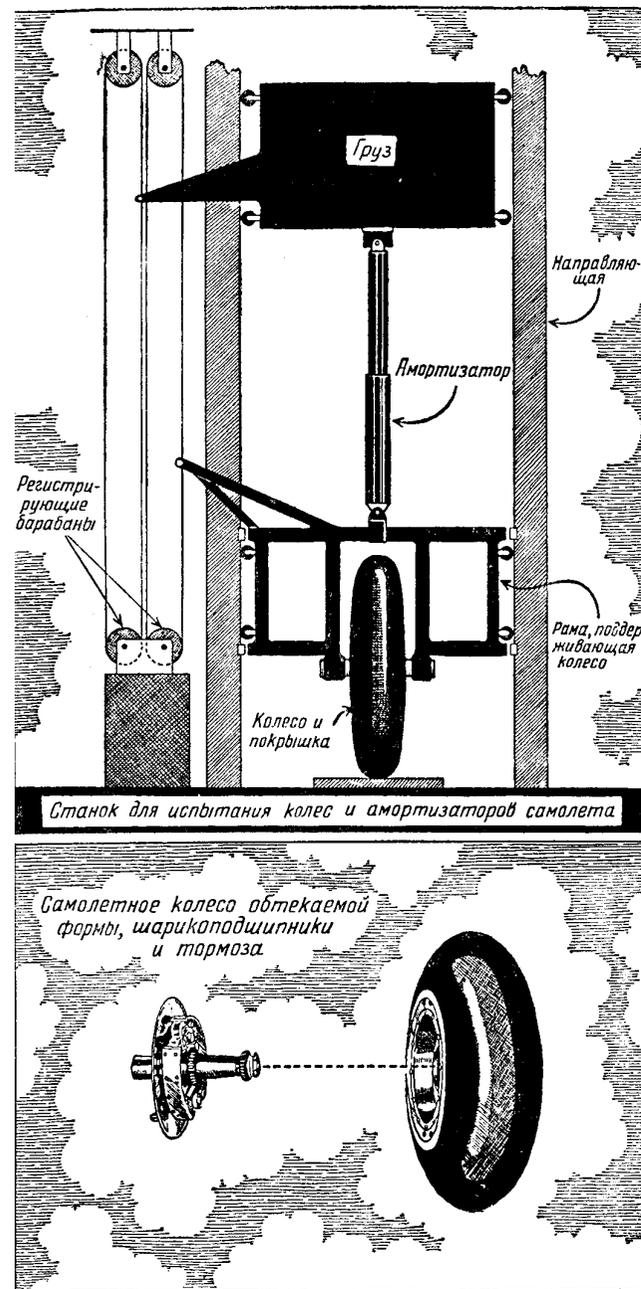


Рис. 340.

Рис. 341.

Рис. 340. Надежность и мощность амортизаторов устанавливаются и испытываются известным методом Депорта.

Этот метод заключается в следующем. Амортизатор устанавливают между рамой, которая поддерживает колеса, и ящиком с грузом. Ящик сбрасывается с определенной высоты. Результат падения отмечается на особых регистрирующих барабанах; объяснение действия и конструкции их слишком сложно для наших целей. Заметим только, что ящик с грузом связан с одним из барабанов, а рама приводит в действие другой барабан. Во время испытания все данные, касающиеся амортизаторов, отмечаются на светочувствительной бумаге.

Рис. 341. Тормоза, как и амортизаторы, в случае их применения, поглощают кинетическую энергию, создаваемую инерцией самолета, когда он пробегает по земле при посадке.

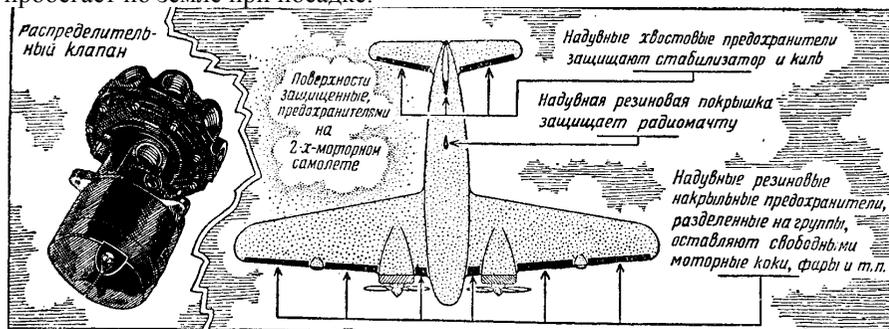


Рис. 342
XIX л Е д

Совет, данный в связи с рис. 204, касается, главным образом, того, как уклониться от атмосферных условий, способствующих обледенению самолета. Мы предполагаем, конечно, что вы летите на самолете, который не имеет приспособлений для борьбы с обледенением. Как правило, мы можем уклоняться и обходить зоны обледенения путем постоянных наблюдений за температурой и за наличием облаков и тумана, где имеется большая влажность. Несмотря на это, крупные транспортные самолеты часто вынуждены летать в условиях, когда возможно обледенение. Было испробовано несколько способов предотвращения обледенения поверхности самолетов. Единственное удовлетворительное решение задачи пока что дало применение некоторых механических способов сколки льда и сдувания ледяной корки по мере ее образования на крыльях или на хвостовом оперении самолета.



Рис. 343.

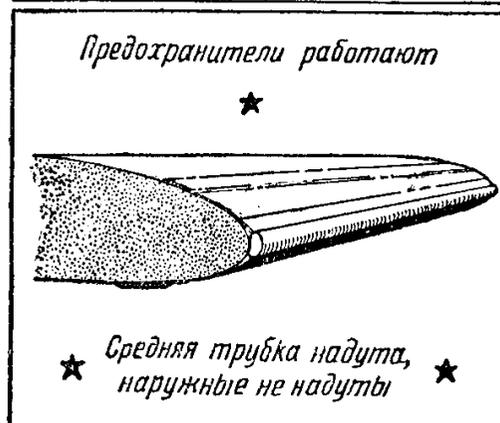


Рис. 344.

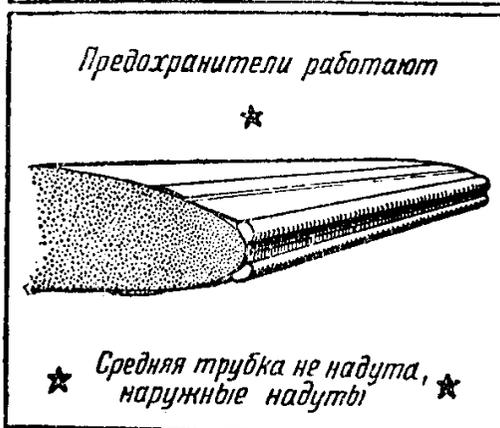


Рис. 345.

Рис. 343. предохранитель от обледенения крыла, как показывает рисунок, представляет собой простой и в то же время эффективный удалитель льда. Он состоит из резинового чехла, охватывающего переднюю кромку крыльев и хвостового оперения.

Внутри чехла находятся три резиновые трубки, надуваемые воздухом. При таком устройстве профиль крыла не изменяется, когда из трубок предохранителя выпущен воздух, как это показано на рис. 343. Внутренние трубки, составляющие часть предохранителя на передней кромке крыльев, последовательно расширяются и сжимаются, подобно тому как происходят вспышки в цилиндрах моторов. В данном случае вместо тока в трубки посредством воздушного насоса подается сжатый воздух. Этот воздух посредством распределительного клапана подается попеременно то в одни, то в другие трубки предохранителя

от обледенения. Прибор работает следующим образом: как только на крыльях

(обычно на передних кромках) образуется лед, включается предохранитель, и воздух под давлением проходит в распределительный клапан который направляет воздух в среднюю трубку передней кромки крыльев (рис. 344). Затем воздух выпускается из средней трубки наполняя одновременно обе крайние трубки (рис. 345). После этого воздух из обеих крайних трубок выпускается, и наполняется опять средняя трубка. Этот цикл повторяется. Каким образом будет ломаться лед при вибрации передней кромки под действием предохранителя - понять нетрудно. Так как поверхности хвостового оперения довольно тонки, то для них достаточно одной трубки для получения такого же эффекта, который дают несколько трубок на передней кромке крыльев. Электрический насос приводится в действие небольшим мотором, насос отрегулирован так, что цикл очистки всего самолета от льда продолжается около 40 секунд. Происходящее мгновенное изменение дужки крыльев при надувании трубок не отражается на работе самолета. После того как предохранитель выключен, оставшийся в трубках воздух выкачивается посредством автоматического устройства, имеющегося в распределительном клапане последнего образца, что позволяет резиновому чехлу снова плотно прижаться к кромке крыльев. Взлет и посадку всегда нужно производить при выключенном предохранителе. Обледенение крыльев может быть различно. Неоднократно наблюдалось образование на крыльях льда толщиной 50 мм в течение одной минуты. Чем тверже лед, тем он более хрупок и тем легче сломать его предохранителем. Но есть и лед, который может быть очень эластичным и трудно разламываемым. Следует запомнить, что чем толще такой лед, тем легче удаляет его предохранитель.



Рис. 346.

Поскольку мы рассматриваем вопрос об образовании льда, следует сказать несколько слов о *граде* и его влиянии на полет самолета. Град образуется вследствие охлаждения капель дождя, когда они падают вниз и на некоторое время вновь поднимаются восходящими потоками воздуха. Всегда следует избегать летать через зону града, так как град может вызвать серьезные повреждения самолета. Очень трудно заранее определить зону града. Единственный способ избежать ее заключается в следующем: при столкновении с полосой града надо сделать резкий разворот и выйти из этой полосы в любом направлении. Сделать это не так трудно, поскольку зона града невелика.

Обледенение может происходить не только на передних кромках крыльев и на хвостовом оперении; при условиях, благоприятных для обледенения, лед скапливается также и на лопастях винта. Наличие льда на лопастях винта вызывает вибрацию, значительное уменьшение коэффициента полезного дейст-

вия винта и вообще причиняет много неприятностей. В США недавно изобретена помпа «Эклипс», противодействующая обледенению лопастей винта. Эта специально сконструированная электрическая помпа делает около сотни оборотов в минуту и подает раствор глицерина на спирту лопастям винта или только один спирт в диффузор карбюратора, а также, в случае надобности, на козырек кабины пилота. Помпа может управляться пилотом.

Рис. 346. Температура наружного воздуха измеряется термометром. Шкала этого термометра находится внутри кабины самолета; действие термометра основано на расширении или сжатии особого газа, находящегося в маленькой металлической трубке, расположенной снаружи и соединенной проводкой с указателем!

^ На рисунке дан американский аэротермометр, на котором цифры градусов обозначены по шкале Фаренгейта (32° по Фаренгейту соответствуют 0° Цельсия; один градус Фаренгейта равен $\frac{5}{9}$ градуса Цельсия). — Ред



XX

ОБОРУДОВАНИЕ САМОЛЕТА

В первый период развития авиации летчики осматривали перед полетом только мотор, винт и крылья. Но с появлением современного самолета и его мощных моторов, сконструированных с расчетом обеспечения наибольшей надежности, потребовалось большое количество различных вспомогательных приборов. Все, что вы должны были делать для запуска мотора на первых самолетах, это крутить винт собственными руками с риском подвернуться под удар лопасти винта.

В настоящее время существует несколько способов облегченного запуска авиамоторов. Одним из наиболее легких и наиболее эффективных способов является применение инерционного стартера основанного на принципе вращения махового колеса.

Рис. 347. Когда маховое колесо весом $1,7 \text{ кг}$ вращается с большой скоростью (положим, $12\,000 \text{ об/мин}$), оно приобретает огромное количество энергии, которая может принять особо ощутимую форму при наличии внешней силы, направленной в сторону, противоположную вращению колеса. Пере-

верните велосипед вверх колесами и начните вертеть педали рукой до тех пор, пока заднее колесо не начнет вращаться с большой скоростью; затем попытайтесь остановить колесо, и вы поймете, какая сила здесь заключена.

На этом простом принципе и основана конструкция инерционного стартера.

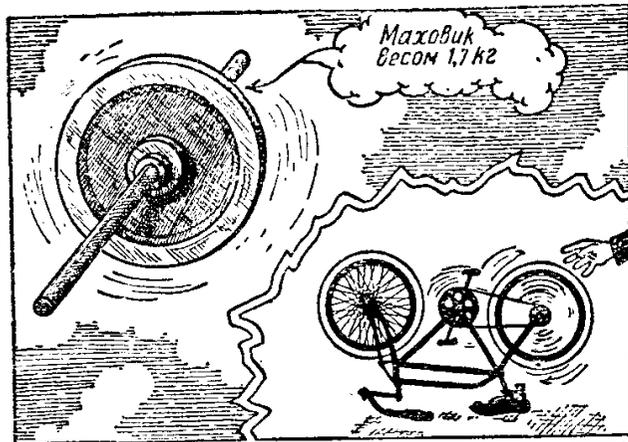


Рис. 347.

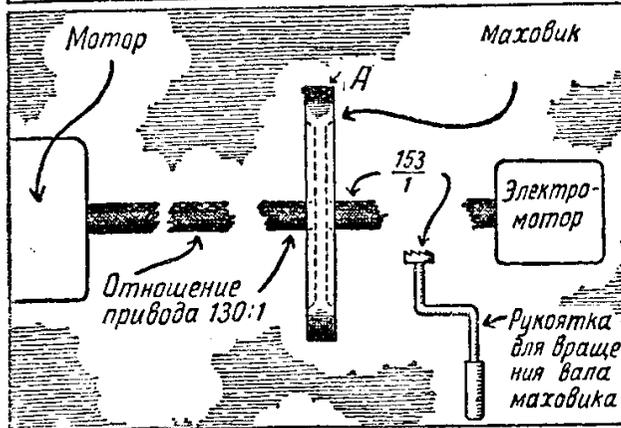


Рис. 348



Рис. 349.

Рис. 348. Маховое колесо *A* приводится во вращение либо электричеством, либо вручную посредством заводной рукоятки с большим передаточным числом (см. рисунок).

При каждом повороте заводной рукоятки колесо делает 153 оборота. Когда скорость вращения ЗАВОДНОЙ рукоятки ДОХОДИТ до 80 об/мин, маховое колесо будет делать 12 000 об/мин. В этот момент включают сцепление. Сцепление соединяет ось махового колеса с валом мотора, причем вся энергия, накопленная маховым колесом, поглотится сопротивлением мотора после того, как коленчатый вал последнего сделает около 5 оборотов при нормальной температуре.

Чтобы предотвратить повреждение мотора при запуске в очень холодную погоду, сцепление регулируется так, чтобы от махового колеса на коленчатый вал мотора передавался момент, не превышающий 90 кгм. Такова, например, норма мотора Райт «Циклон». Дело заключается в следующем: если мотор охладился настолько, что масло в подшипниках значительно стусуилось, то потребуется большая сила для вращения коленчатого вала, а это может привести к повреждениям. Вследствие же установки сцепления на передачу такой силы, сцепление начнет скользить, как только сопротивление мотора превысит 90 кгм, и возможность поломки мотора устраняется. Когда маховое колесо приводится в движение не вручную, а с помощью электромотора, требуется около 5,5 секунды для получения нормального числа оборотов (12 000 в минуту). Исходя из практических соображений, электромотору дается время до 10 секунд для придания нужной скорости маховому колесу перед включением сцепления маховика с валом мотора.

Рис. 349. Этот рисунок изображает простейший тип ручного инерционного стартера «Эклипс», в котором вращение махового колеса производится только рукояткой, вращаемой вручную. Для получения нужной скорости вращения махового колеса необходимо большое передаточное число между рукояткой и колесом, а инерция массы махового колеса требует приложения на рукоятку значительной физической силы.

Рис. 350. На этом рисунке показан комбинированный ручной и электрический стартер. Этот комбинированный стартер работает по принципу, указанному на рис. 348.

Для легкости прохождения электрического тока требуется толстый провод от аккумулятора к электрическому стартеру, так как в момент запуска стартера электромотор расходует ток большой силы. Электрический выключатель, приводимый в действие вручную, механически связан с сцеплением стартера. Поэтому, если мы запустим стартер нажатием на выключатель и дадим ему проработать около 10 секунд, то отпуском выключателя сможем включить сцепление, так как маховое колесо за это время достигнет нужного числа оборотов в минуту. Для иллюстрации работы этого типа стартера положим,

что при нормальных условиях мотор Райт «Циклон» требует для своего вращения со скоростью, достаточной для запуска, момента в 40 кем. Ток, расходуемый электромотором, имеет около 300 ампер при напряжении 7,5 вольта. В момент сцепления стартера с коленчатым валом мотора скорость вращения сцепного устройства около 31 об/мин. Эта скорость быстро уменьшается после сцепления вследствие быстрого поглощения энергии махового колеса сопротивлением мотора. Всякий раз, когда требуется запустить мотор при низких температурах, вызывающих сгущение масла в моторе, рекомендуется или нагреть масло или прогреть снаружи горячим воздухом весь мотор, предварительно прикрыв его специальным чехлом.

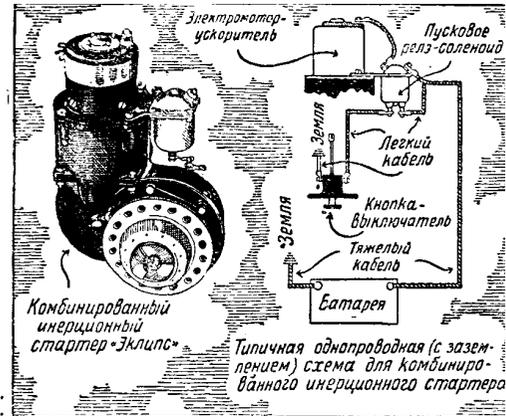


Рис. 350.

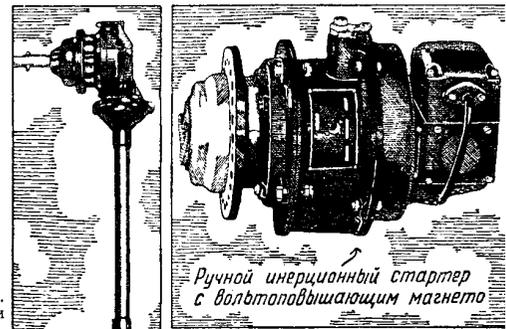


Рис. 351 и 352.



Рис. 353.

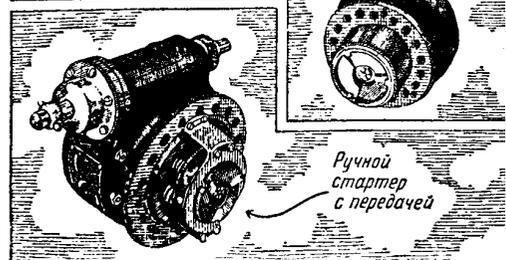


Рис. 354.

Механизм наземного стартера «Эклипс»

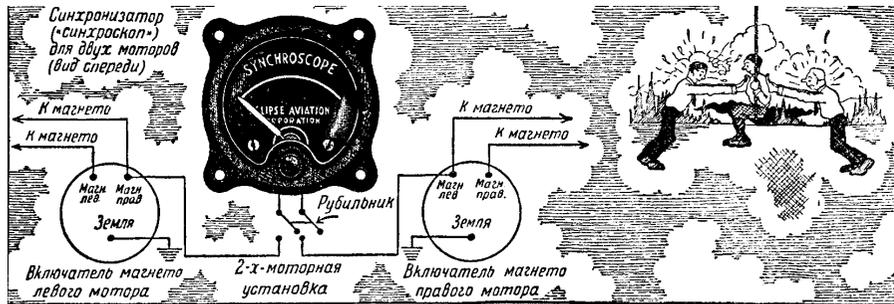


Рис. 355

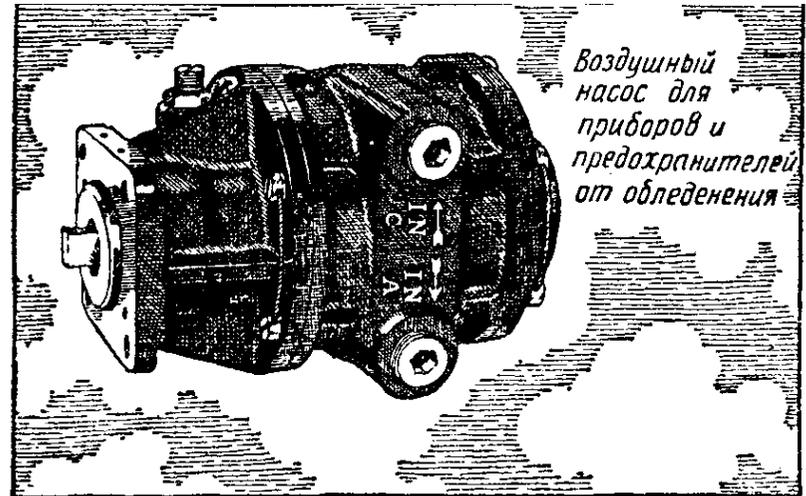


Рис. 356.

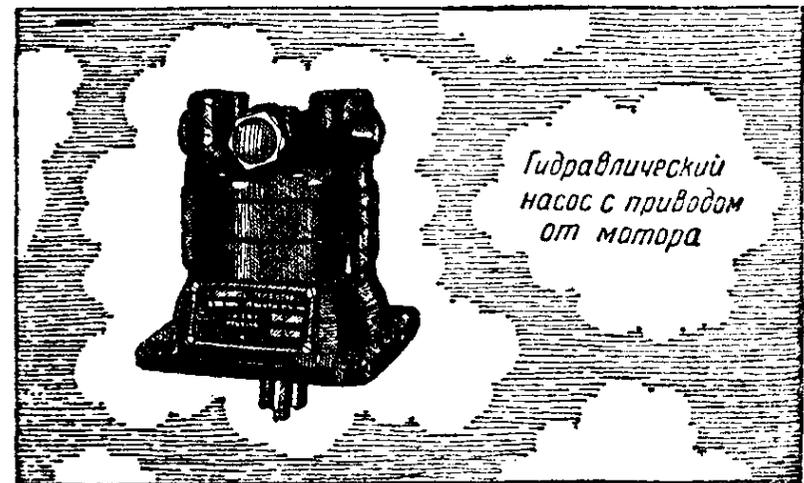


Рис. 357.

Рис. 351. Общий принцип действия этого типа инерционного стартера такой же, как и в описанных выше стартерах, за исключением того, что здесь добавляется пусковое магнето для более сильного искрообразования свечей в момент сцепления стартера с коленчатым валом мотора.

Рис. 352. Отклонение от указанных принципов запуска моторов наблюдается при непосредственном запуске, когда электромотор приводит во вращение не маховое колесо, а вращает через редуктор коленчатый вал мотора. В этом случае вал электромотора делает 90,4 оборота на один оборот коленчатого вала мотора самолета.

Рис. 353. Если самолет останавливается через регулярные промежутки времени в аэропортах, как это бывает с пассажирскими самолетами, курсирующими по расписанию, то вместо аккумулятора, установленного на самолете, применяется посторонний источник электроэнергии для привода махового колеса инерционного стартера.

Рис. 354. Принцип работы стартера этого типа тождественен со стартером, указанным на рис. 352, за исключением того, что сила, необходимая для вращения вала мотора при пуске, получается не посредством электромотора, а посредством обычной заводной рукоятки. Передаточное число равно приблизительно 19:1; это означает, что на каждые 19 оборотов заводной рукоятки коленчатый вал мотора делает один оборот. Требуется поэтому 80 оборотов заводной рукоятки в минуту, чтобы коленчатый вал мотора сделал около 4 об/мин.

Рис. 355. На больших транспортных самолетах, имеющих больше одного мотора, моторы должны быть синхронизированы, чтобы устранить вибрацию конструкции самолета, а также нежелательные для пассажиров гудение и шум. Когда два или более моторов синхронизированы, вспышки в цилиндрах этих моторов происходят одновременно, так, как если бы зажигание производилось одной системой на двух моторах. В случае если самолет оборудован более чем двумя моторами, синхронизирование производится последовательно (один мотор за другим), причем один мотор берется за основной.

В правом углу рисунка показан принцип синхронизации. Если вы сядете на качели и их станут толкать вперед и назад, качели будут раскачиваться. Если же ваши друзья толкнут вас в одно и то же время и с одинаковой силой, но в разные стороны, качели остановятся. Подобное явление наблюдается у моторов: когда они синхронизированы, рабочий ход у них одновременный, и пассажиры чувствуют себя хорошо. Для этой цели в США применяется синхроскоп «Эклипс», простой электрический прибор, предназначенный для проверки синхронизации. Он указывает, синхронизированы ли магнето двух моторов для одновременной вспышки в соответствующих двух цилиндрах. На рисунке дана схема соединений прибора, т. е. связь между синхроскопом, выключателями, магнето и т. д. Когда выключатель синхроскопа включен и стрелка качается в разные стороны, это указывает, что моторы не синхронизированы. При отрегулировании моторов дросселем стрелка сама занимает свое нормальное положение на шкале; это указывает на то, что оба магнето дают одновременно искры в соответствующие цилиндры. Посмотрите на рисунок справа, и вы поймете сравнение между раскачиванием качелей и описанным способом синхронизации.

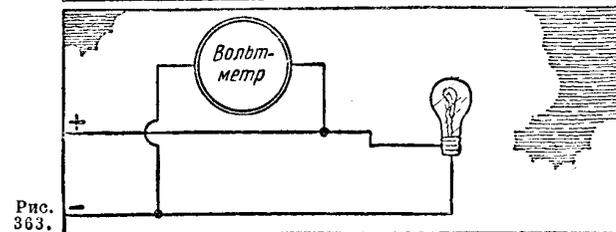
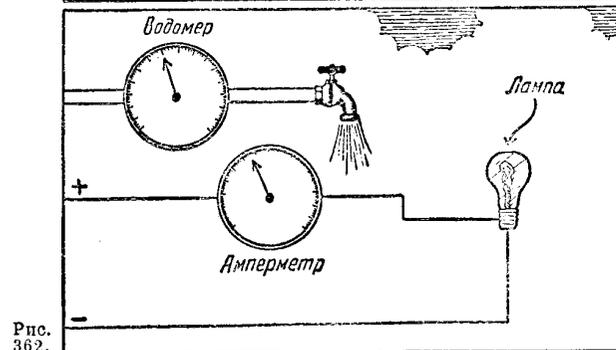
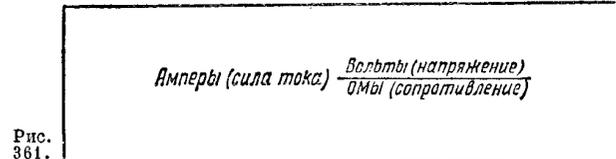
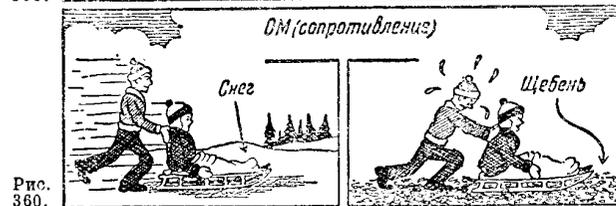
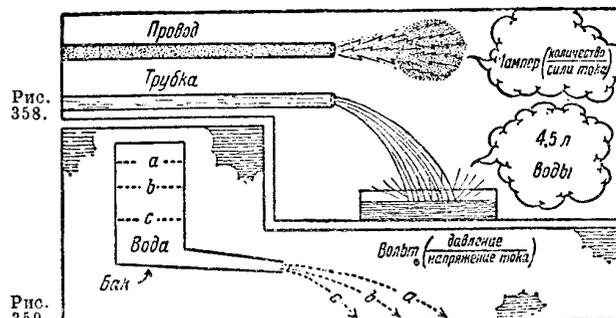
Рис. 356. Мы многое говорим о моторе или моторах современных самолетов, но имеются и другие приборы, заслуживающие вашего внимания, так как они оказывают прямое или косвенное влияние на скорость полета,

точно так же как и на его безопасность. Воздушная помпа, например, создает вакуум, необходимый для работы указателя поворота, гироскопа, гироскопа Сперри и искусственного горизонта. Она помогает также работе автопилота Сперри и работе других приборов. Когда в одной части воздушной помпы происходит всасывание, в другой части помпы воздух нагнетается под давлением; воздух этот необходим для работы предохранителя от обледенения.

Рис. 357. Обязанности этой помпы заключаются в подаче масла под давлением около 4,2 атмосферы. Это то самое масло, которое поступает в поршни сервомоторов автоматического пилота. Помпа поддерживает также давление масла, необходимое для убирающегося шасси и управления закрылками самолетов.

Описанные здесь приборы — это только часть сложного оборудования современного самолета. Хотя они сделаны из стали или других металлов и кажутся безжизненными, они выполняют немалую работу, при условии, что их обеспечивают таким же хорошим уходом, как и другие механизмы самолета.

XXI ЭЛЕКТРИЧЕСТВО



С развитием авиации все более и более распространенным становится применение на борту самолетов электрической энергии. Поэтому необходимо, чтобы вы освежили свои знания в области терминологии, применяемой в электротехнике.

Когда речь заходит об электроэнергии, основными обычно употребляемыми единицами являются ампер, вольт и ом; они применяются к электричеству точно так же, как мы пользуемся другими принятыми единицами измерения, например, килограммами для измерения веса, метрами для измерения длины и т. д.

Рис. 358. Вода выливается из трубы в количестве, которое мы можем измерить и описать, как какое-то число литров, например, в секунду, минуту или час. Таким же образом течет электроэнергия по такому проводнику, как проволока, и количество энергии измеряется общепринятой в электротехнике единицей — *ампером*. В обоих случаях количество воды, протекающее через поперечное сечение трубы, и количество электричества (сила тока), протекающее через поперечное сечение проволоки в единицу времени, зависят от того, какое давление было приложено в том и другом случае при данных сопротивлениях труб и

проволоки. Рис. 359. Единицей электрического давления (напряжения) является *вольт*, так же как килограмм является единицей давления воды. Различный уровень водяного столба в баке *а*, *б* или *с* вызывает соответственно различное давление, и вода будет выливаться из отверстия бака, как показано буквами *а*, *б*, *с*. Давление в закрытом баке может быть увеличено, если воздушная pompa будет повышать давление над водой или если водяная pompa будет подавать воду под давлением. Точно так же давление (вольтаж) вызывает течение электричества.

Рис. 360. Как диаметр трубы и состояние внутренней ее поверхности препятствуют течению струи воды, так электросопротивляемость проволоки может быть различной в зависимости от поперечного ее сечения и от материала, из которого эта проволока сделана. Единицей сопротивления является *ом*.

Зависимость между этими единицами выражена в формуле, приведенной на рис. 361.

Рис. 362. Как количество воды измеряется посредством водомера, установленного между источником и выходом воды, так и амперметр используется для измерения количества электроэнергии. Рис. 363. Поскольку давление в электрических цепях зависит

от разницы электрического напряжения (вольты) между отрицательным и положительным полюсами цепи, для измерения этого давления необходимо, чтобы конечные части проводов были соединены вольтметром, который покажет разницу или падение давления от отрицательного к положительному полюсу цепи.

Известны и употребительны два различных типа тока: *постоянный ток* (d. c.), который течет по проводнику все время с постоянной величиной в одну сторону, как горный поток стекает к подножию горы, и *переменный ток* (a. c.), который течет сначала в одну сторону и затем в обратную, изменяясь при этом и по величине. Имеется много теорий, объясняющих природу или сущность электричества, но лучшая из них говорит, что это — поток мельчайших частиц отрицательного электричества, называемых электронами, отделившись от атомов, с которыми они были связаны. Отрицательный заряд получается, когда атом старается удержать электронов больше, чем он может, как воздух, когда он достиг точки росы и насыщен влагой. В одном случае нет больше места для новых водяных частиц, а в другом — нет места для новых электронов, и атом в таком состоянии готов освободить свои заряды.

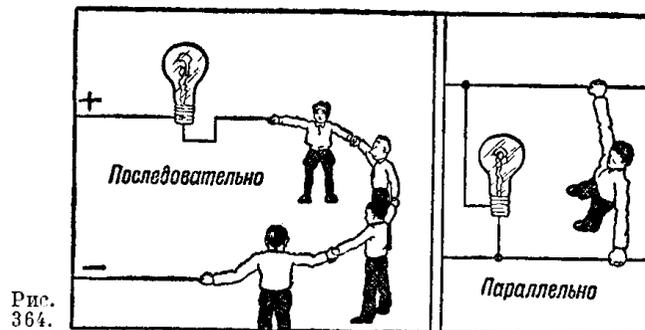


Рис. 364.

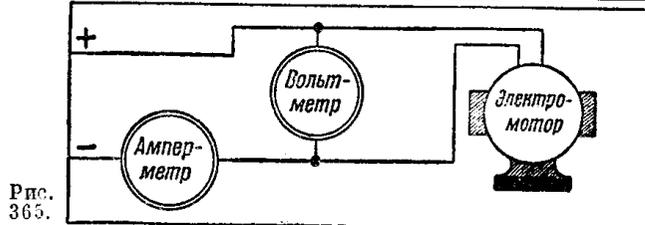


Рис. 365.

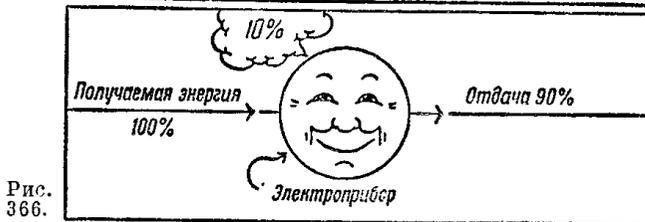


Рис. 366.

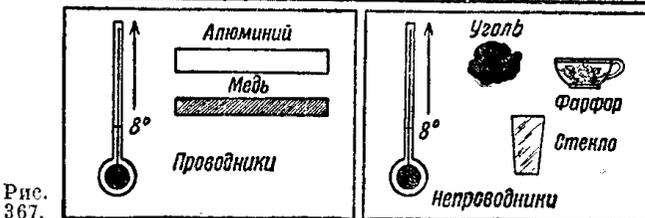


Рис. 367.

$\frac{\text{кВ(сила)} \times \text{М}}{\text{сек} \times 75} = \text{л.с.}$
 амперы \times вольты = ватты
 1000 ватт = 1 киловатту
 1 л.с. (механическая) = 0.746 киловатта
 1 киловатт = 1.34 л.с.

Рис. 368.

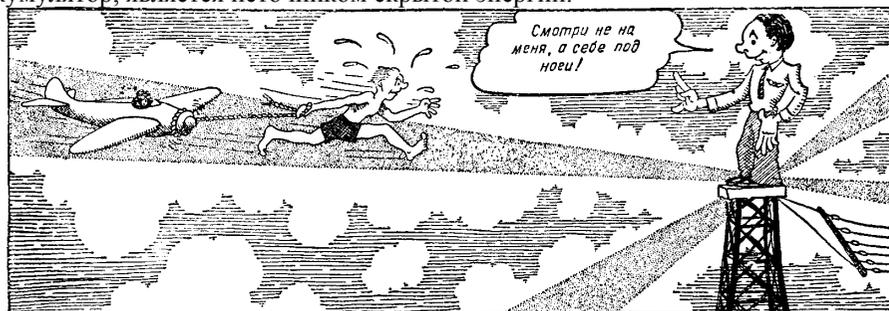
Рис. 364. Электрическая цепь может быть последовательной или параллельной; на рисунке показаны примеры этого положения.

Рис. 365. Когда электроэнергия превращается в другую энергию, вольтметр и амперметр включаются в цепь, причем амперметр присоединяется последовательно, а вольтметр параллельно.

Рис. 366. Когда мы говорим о коэффициенте полезного действия авиамоторов, мы всегда думаем о том, какое количество тепловой энергии, содержащейся в бензине, может быть превращено в полезную работу. То же самое относится к электроэнергии, поступающей в какой-либо электрический прибор.

Рис. 367. Наиболее распространенными проводниками электричества являются алюминий и медь. Сопротивление всех хороших проводников увеличивается с повышением их температуры. Обратное явление наблюдается у всех непроводников. Их сопротивление уменьшается о повышением температуры.

Рис. 368. Мощность, как мы уже знаем, измеряется величиной работы, произведенной в определенное время: в секунду или минуту. Так же измеряется и электрическая мощность; единицей измерения ее служит *ватт*. Нельзя упускать из виду того факта, что для того, чтобы произвести механическую или электрическую работу, необходимо затратить некоторое количество энергии и иметь источник этой энергии. Бензин в баке, как и электрический аккумулятор, является источником скрытой энергии.



XXII РАДИО В АВИАЦИИ

Применение радио как средства воздушной навигации значительно увеличивает безопасность полета современного самолета. Роль радио здесь, пожалуй, еще значительнее, чем роль береговых радиостанций, радиомаяков и плавучих радиомаяков для навигации морских судов.

Постоянное и правильное применение радио дало возможность американским авиалиниям выполнять расписания на 95% в таких метеорологических условиях, которые сделали бы полеты невозможными, если бы приходилось поддерживать визуальную связь с землей. Помощь радио может быть трех

видов: 1) связь между землей и самолетом, между самолетами и между самолетом и землей; 2) заранее установленные курсы для воздушных линий, известные под названием равносигнальных зон, по которым самолеты могут лететь между определенными пунктами без визуальной связи с землей; 3) земные радиопередающие станции, т. е. всякие источники радиоэнергии, по направлению к которым самолет может лететь, пользуясь имеющимся на его борту специальным радиопеленгатором или радиоконпасом.

Существующая в США система воздушных линий обеспечена несколькими сотнями направленных радиопередаточных станций и радиомаяков, которые обслуживают водителей транспортных самолетов.

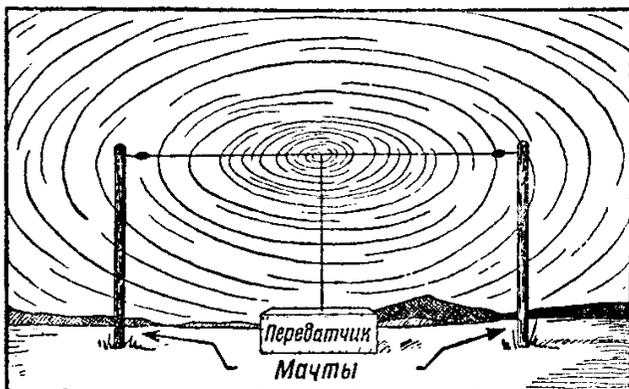


Рис. 369.

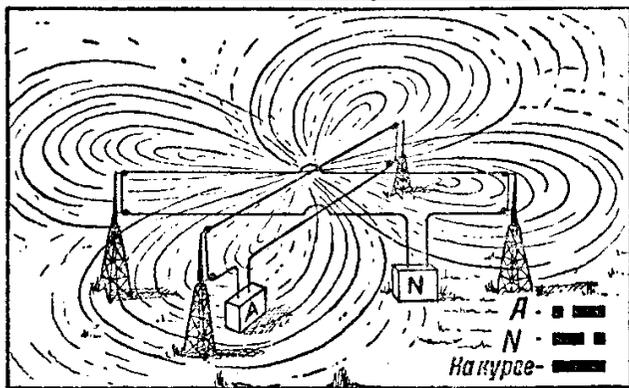


Рис. 370.

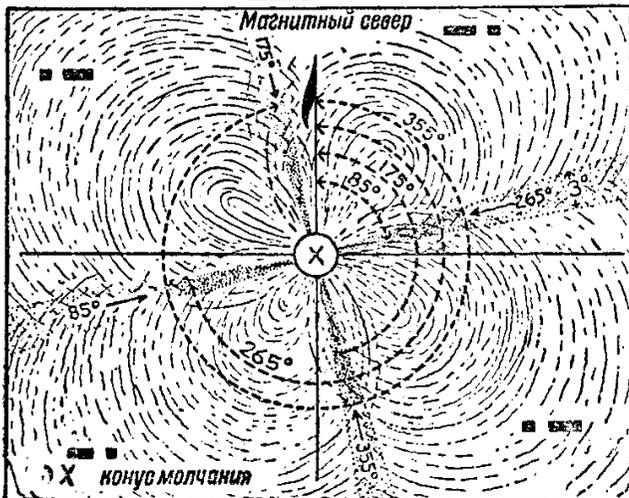


Рис. 371.

Рис. 369. Передатчик *ненаправленного* действия, т. е. любой источник радиоволновой энергии, излучает электромагнитные волны в пространство во всех направлениях. Он также может быть использован для аэронавигации, если самолет оборудован радиоконпасом.

Рис. 370. Передатчик *направленного* действия (курсовой радиомаяк) питает радиоэнергией две антенны, которые расположены под прямым углом друг к другу. Кривая излучения, образуемая каждой из этих антенн, напоминает восьмерку, пересекающуюся в центре каждой из антенн. Антенны попеременно заряжаются радиоволновой энергией, которая дает сигналы, принимаемые приемником. Эти модулированные сигналы передаются, как буквы *A* и *N*-*ao* телеграфной азбуке Морзе. Таким образом, если самолет держит путь только в поле антенны *A*, в наушниках будет слышен только сигнал *A*. Соответственно, если самолет летит в поле антенны *N*, будет слышен сигнал *N*. Следовательно, можно использовать радиополе, создаваемое передатчиком, если ваш самолет оборудован приемником, который может быть настроен на волну данного передатчика.

Рис. 371. Обращаясь к этому рисунку, можно заметить, что невидимые в действительности зоны, показанные точками, проходят на равном расстоянии от сигнальных зон *A* и *N*. Следовательно, когда самолет летит по установленному курсу, вы слышите в наушниках сигналы, сливающиеся в длинное тире, прерываемое приблизительно через каждые 35 секунд позывным сигналом данной станции, передаваемым по азбуке Морзе. Если вы сбились в ту или другую сторону от установленного курса (зоны), вы примете больше энергии от одной из антенн, посылающих букву *A* или букву *N* какую из этих букв — зависит от направления, по которому вы летите. Это сразу даст вам знать, что вы сбились с курса. Путь «на курсе» является в действительности зоной сравнительно слабых сигналов, производимых противоположными полями *A* и *N*, но следующих друг за другом, и таким образом окончательный сигнал, слышимый в ваших наушниках, — это длинное тире, которое получается в результате складывания сигналов *A* и *N*.

Заметьте, что восьмерки пересекаются в центрах антенн. В этом пункте радиоэнергии очень мало или ее совсем нет. Поэтому здесь образуется «конус молчания», показанный на рис. 371 знаком *X*. При прохождении этого «конуса молчания» вы некоторое время не слышите сигнала. Это показывает, что вы пролетаете над радиостанцией или над источником радиоэнергии, а так как географическое положение станции известно вам по карте и так как позывные сигналы станции совпадают с передаваемыми передатчиком, вы можете тотчас же определить свое место. Однако, следует отметить, что существует так называемый «ложный конус молчания». Остерегайтесь его, в особенности при полете вблизи горных цепей. Предполагают, что наличие таких «конусов молчания» вызывается близостью естественных залежей металлов

или, возможно, наличием электропроводов высокого напряжения.

Предположим, что ваш магнитный компас не работает. Вы можете определить свое место, проверив, с какой стороны от вашего курса лежит зона А или .2V, и затем лететь прямо вперед «по курсу» (длинное тире) до тех пор, пока интенсивность сигнала не увеличится или не уменьшится, что покажет вам, летите ли вы в направлении на передатчик или от него. Эти данные могут быть затем сопоставлены с определенным стандартным способом отыскания зоны (рис. 379 и 380); это позволит вам точно сказать, в какой зоне радиомаяка вы летите. Позывной сигнал, передаваемый этим маяком, даст вам возможность установить ваше географическое положение.

Чтобы достичь нужных результатов, антенна и установка вашего бортового приемника должны соответствовать некоторому определенному стандарту. Пока вы не пользуетесь вертикальной стержневой антенной, установленной прямо у приемника, или соответствующей ей по своим данным Т-образной антенной, имеющей вертикальный ввод, опускающийся или поднимающийся прямо к приемнику (так что никакая горизонтальная часть антенны не воздействует на приемник), до тех пор вы не сможете точно достигнуть «конуса молчания» или получить минимальную ширину зоны сигнала «на курсе». При установке авиаприемника отклонения от этого стандарта приводят к чрезвычайно разнообразным результатам. Отсюда правило: прежде чем вы собираетесь вылететь в слепой полет или полет с радиопеленгованием, убедитесь, в порядке ли ваша приемная установка.

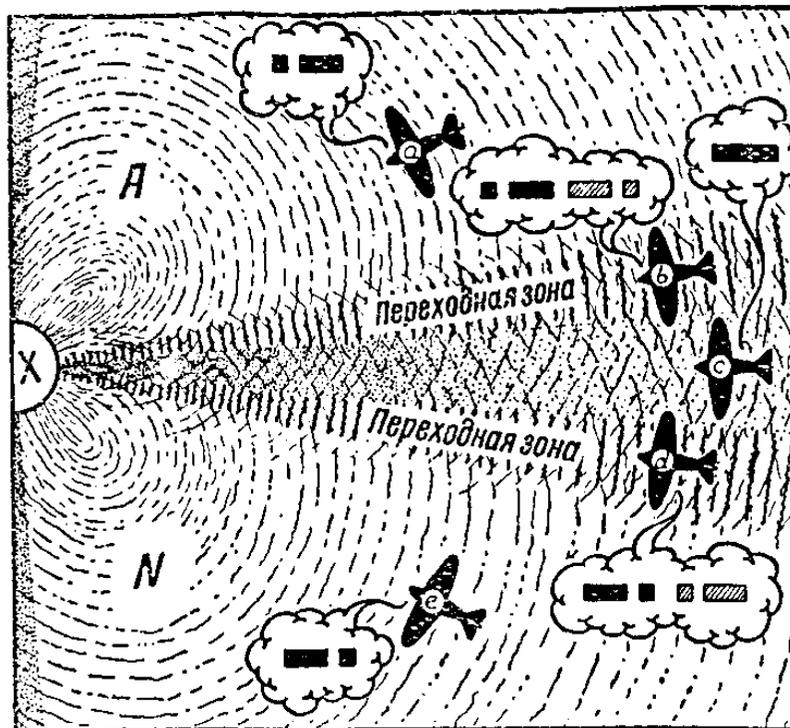


Рис. 372.

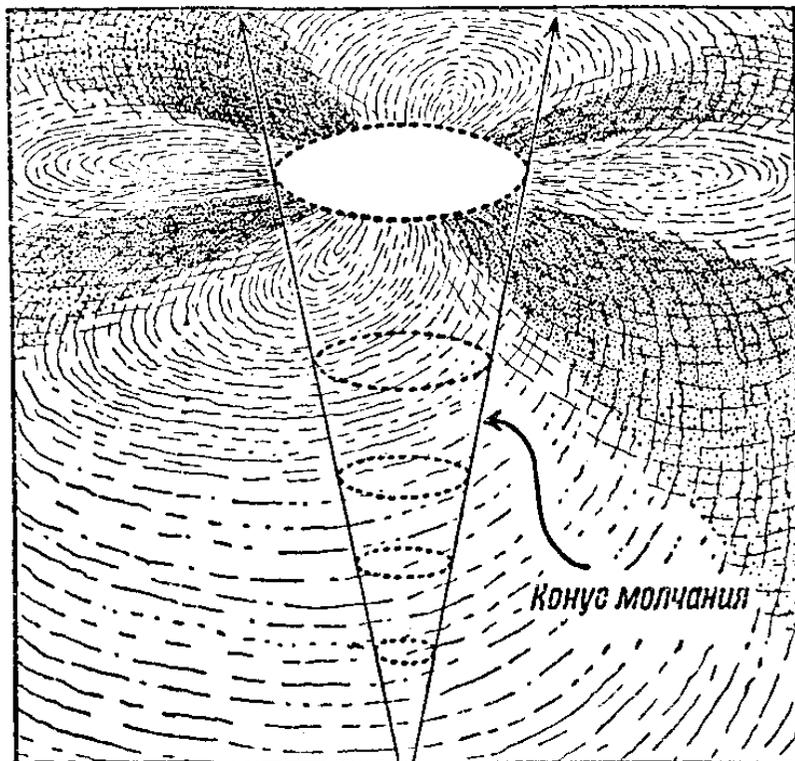


Рис. 373.

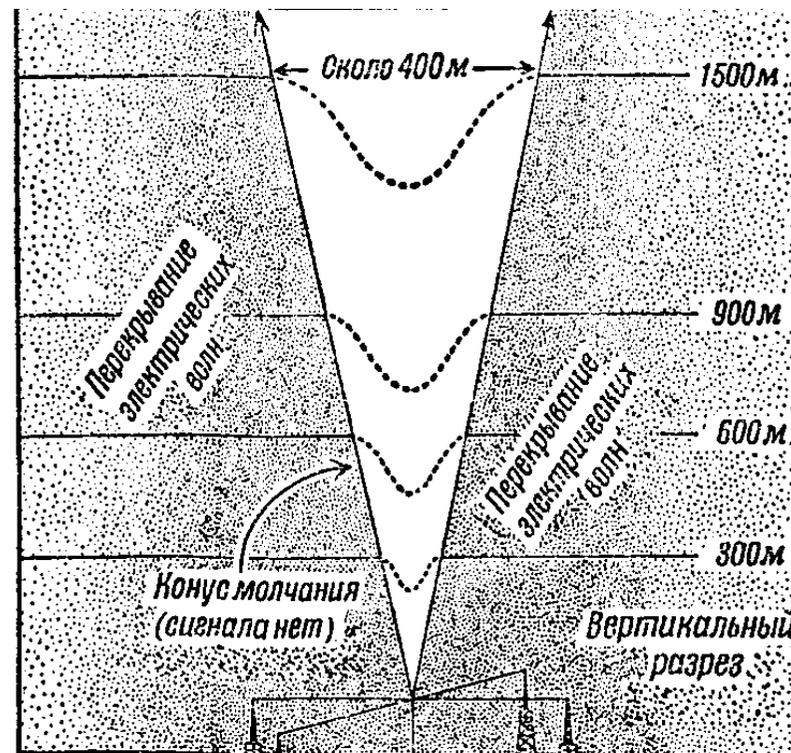


Рис. 374.

При настройке приемника лучшие результаты достигаются, когда сила звука установлена на минимальную интенсивность, достаточно громкую, однако, чтобы сигналы были слышны отчетливо. В соответствующей инструкции даются точные указания для правильного пользования радиоаппаратом; лучшей же гарантией правильного определения направления полета путем комбинированного применения компаса, гироскопа и радиосредств является практика.

Дальнейшее уточнение и безопасность полета при помощи равносигнальной зоны достигаются «радиомаркерами» (радиопередаточные станции ненаправленного действия), которые устанавливаются вблизи радиомаяков, передающих равносигнальные зоны. Эти «радиомаркеры» передают свои характерные сигналы по азбуке Морзе через промежутки в 10 секунд, с той же самой частотой (на той же волне), что и ближайшая радиомаячная станция. Радиус 1 В нашей литературе принят термин „радиоотметчик“. — Действие этих опознавательных станций достигает 16 км, но в большинстве случаев он меньше.

Рис. 372. Из предыдущего изложения известно, что, когда мы летим «по

курсу» в направлении на передатчик или от него, мы принимаем длинное тире; это показано положением самолета *c*. По обе стороны зоны «на курсе» имеются переходные «промежуточные зоны», где долгое тире («на курсе») не слышно и где преобладает сигнал *A* или *N*, в зависимости от того, находится ли самолет ближе к сектору *A* (положение *B*) или ближе к сектору *N* (положение *d*); если мы будем уклоняться дальше от курса, как это показано положениями *a* и *e*, противоположный курсовой сигнал теряется совершенно, и слышен только сигнал *A*, когда мы находимся в секторе *A*, или сигнал *N*, когда мы находимся в секторе *N*.

Рис. 373. «Конус молчания» имеет форму конуса, направленного вершиной к земле. Следовательно, ширина этого конуса увеличивается с увеличением высоты. Таким образом, «конус молчания» более заметен на больших высотах.

Рис. 374. На этом рисунке показано поперечное сечение «конуса молчания». Следует заметить, что на высоте 300 м диаметр конуса может быть равен 150 м, а на высоте 1 500 м — 400 м и больше. Отсюда следует, что при решении проблем самолетовождения можно ожидать гораздо большей точности при полете на высоте свыше 600 м.

Рис. 375. В некоторые часы суток, особенно на рассвете и в сумерки, и над некоторыми гористыми областями равноточная зона, посылаемая передатчиком, искривляется. Это особенно заметно во время восхода и заката солнца. Искривление зон обычно наблюдается вблизи неровной поверхности; оно, как предполагают, вызывается отражением сигналов *A* и *N* от поверхностей гор и возвышенностей. На рисунке вы видите, как искривленный луч может создать впечатление, что вы проходите «конус молчания». Однако, разница, по крайней мере, в большинстве случаев, будет заключаться в том, что потеря сигнала «на курсе» при этом продолжается более долгое время и тишина не такая полная, как при прохождении действительного «конуса молчания». Таким образом, нужно быть особенно внимательным при полетах в указанные периоды суток.

Рис. 376. В некоторых местностях, особенно холмистых и горных, возникают «многократные зоны». Это может оказаться очень опасным, если вы не знаете об их существовании и не проверяете тщательно свое место по известным земным ориентирам. На «многократные зоны» обычно указывает отсутствие «промежуточной зоны». Таким образом, если вам кажется, что полет происходит по «многократной зоне», вы можете проверить это, пролетев вправо или влево от курса в поисках «промежуточных зон» или сигнала «на курсе». Если вы не найдете их, это значит, что вы, вероятно, летите в «многократной зоне» и необходимо постараться немедленно отыскать истинный курс.

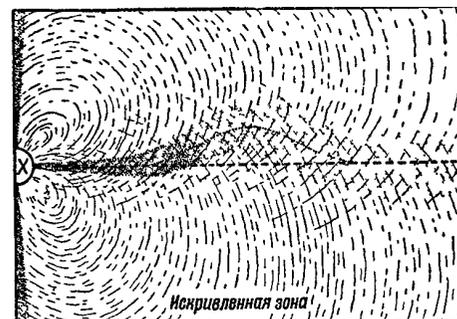


Рис. 375.

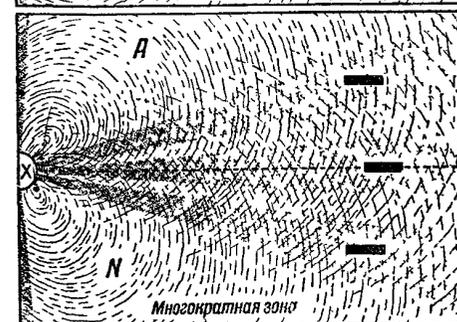


Рис. 376.

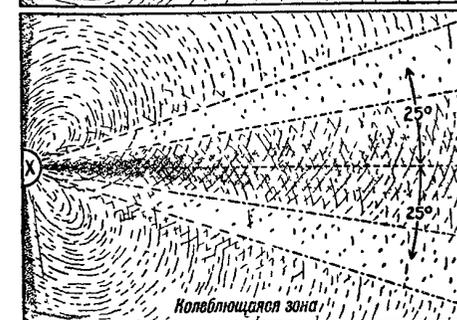


Рис. 377.

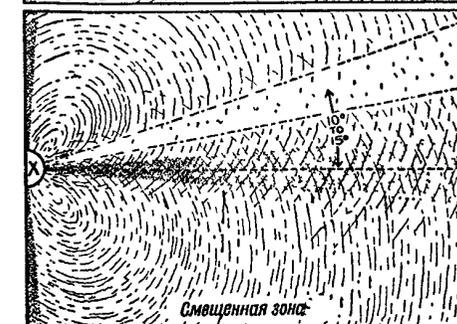


Рис. 378.

Одной из причин, которыми объясняют существование «многократных зон», являются залежи металлических руд или влияние большого города. Мы должны принять это объяснение, пока не будет найдено лучшего. «Многократные зоны» не представляют больших трудностей для сохранения направления полета, но если вы приближаетесь к радио-пеленгаторной станции в облаках или тумане, следует иметь в виду характер местности, над которой происходит полет, особенно если вам придется снижаться на посадку через туман или из облаков.

Рис. 377. Известно, что зоны иногда как бы перемещаются или вибрируют на сравнительно большом пространстве, простирающемся иногда на 25° в каждую сторону от первоначального направления. Замечено, что у некоторых зон колебания происходят через каждые 40 секунд. Вблизи передатчика зона очень узка (около 75 м), тогда как в 160 км от передатчика она может быть шириной И—16 км, это значит, что, если вы летите на некотором удалении от передатчика по колеблющейся зоне, вы можете значительно уклониться от курса. Такое положение может быть обнаружено потерей сигнала «на курсе» и приемом сигналов А и В в быстро сменяющейся последовательности (например, тире, точка, тире, точка, тире, точка, тире, точка и т. д.).

Рис. 378. В определенное время и при определенных условиях наблюдается смещение зон. При этом они редко возвращаются в прежнее положение. Поэтому бюро авионавигации американского министерства торговли постоянно дает поправки на смещение зон. Во всяком случае, если вы совершаете полет в зоне в соответствии с указаниями, которые вы слышите в наушники, вам нетрудно достичь места назначения. Прежде чем лететь над незнакомой территорией, нужно получить точную информацию относительно характера зон. Особенно следует избегать полетов по незнакомым зонам при неблагоприятной погоде.

Летя по направлению к радиомаяку, передающему зону, держитесь вправо от сигналов «на курсе», т. е. ближе к «промежуточной зоне». Летя от маяка, держитесь также вправо от сигналов «на курсе», но внутри «промежуточной зоны», ближе к сигналу «вне курса».

Рис. 379. Этот рисунок изображает способ ориентировки, который необходим, чтобы установить точный курс полета, когда вы потеряете его и должны полагаться только на радиомаяки. Предположим, что у вас есть авионавигационная карта, которая показывает направления зон, передаваемых радиомаяками. Предположим также, что вы находитесь в облаках или над ними. Чтобы у вас была уверенность в том, что не встретится никаких препятствий при снижении сквозь облака к аэропорту, вам надо лететь по определенной зоне радиомаяка.

Прежде всего установите — при помощи своего радиоприемника, — вблизи какого радиомаяка вы находитесь. Для этого вы, не изменяя настрой-

кой силы звука, замечаете, какая станция слышнее всего в наушниках. Поймав, таким образом, позывной сигнал определенной станции, вы при помощи авионавигационной карты можете установить по магнитному компасу курсы зон сигналов «на курсе» данного радиомаяка, а также его положение по отношению к аэропорту, который обслуживается маяком.

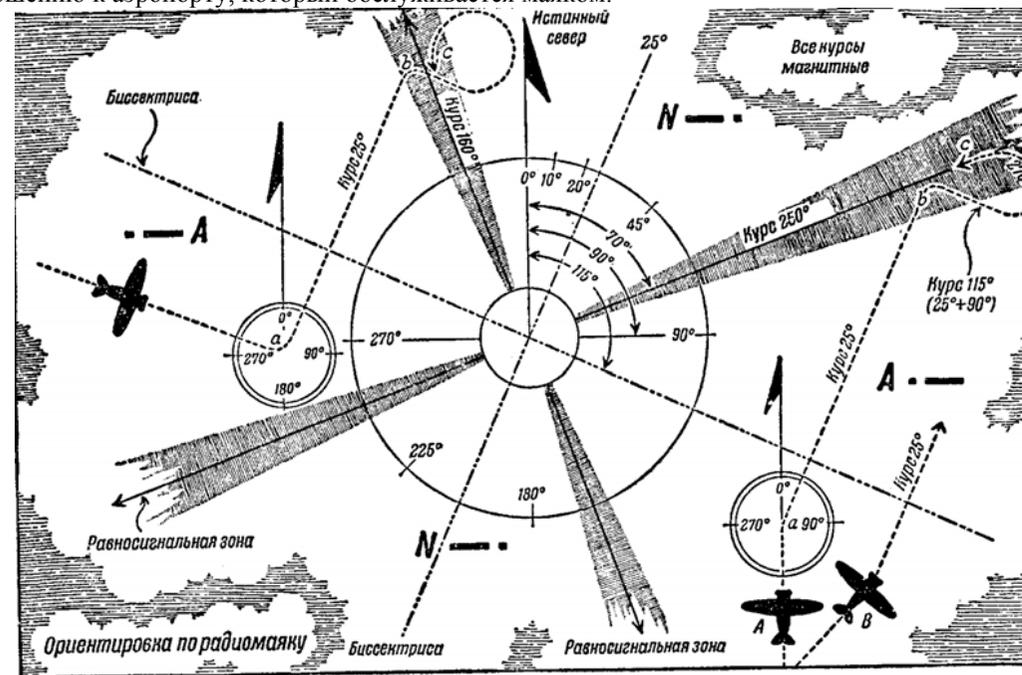


Рис. 379.

Предположим, что установленная вами ближайшая станция направляет зону, как показано на рис. 379. Определяя эту станцию, вы, допустим, заметили, что принимаете сигнал А. Это определенно укажет, что вы находитесь в одном или другом секторе А уже установленного вами определенного радиомаяка. Соответственно рис. 379 и направлению зоны, вы замечаете по магнитному компасу, что нужно лететь по магнитному курсу 25° , чтобы пересечь зону сигнала «на курсе» из любого положения в зоне А в минимальный отрезок времени. Продолжайте лететь этим курсом, пока сигнал А, слышимый в наушниках, не начнет сливаться с сигналом «промежуточной зоны» и затем с сигналом «на курсе». После этого сделайте по приборам постепенный поворот на 90° вправо. Держите все время вправо. Заметьте по рисунку, что произойдет. Если вы были в восточной зоне А, ваш поворот на 90° вправо приведет вас обратно в зону сигнала А. Если вы были в западной зоне А, ваш пово-

рот приведет вас в зону сигнала *N*. Этот поворот на 90° позволяет сразу определить, в какой из двух зон *A* вы находитесь. Уяснив это и зная из аэронавигационной карты компасный курс каждой из зон, можно очень легко найти зону в направлении на радиостанцию и, выйдя из ее зоны молчания, долететь до аэропорта, который обслуживается данным радиомаяком.

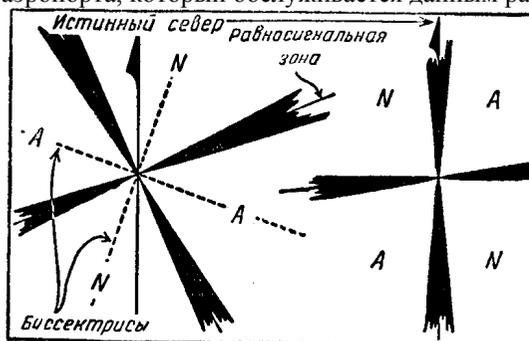


Рис. 380.

Применяется несколько методов ориентировки по радиомаякам, но вышеописанный метод является основным и общепринятым.

Рис. 380. Квадрант, через который проходит от станции линия истинного севера, всегда является квадрантом *N*. Этим достигаются единообразие и лучшая ориентировка. Если истинный север совпадает с направлением сигнала «на курсе», то квадрант к западу будет квадрантом *N*. Такое сочетание сигналов передают все радиомаяки.

Использование только что описанных нами передатчиков с направленным излучением требует, чтобы на борту самолета имелись радиоприемники, которые могут быть настроены на волны от 750 до 1500 м', в этих пределах они могут принимать все радиомаяки США.

Рис. 381. Любая передаточная станция ненаправленного действия является превосходным аэронавигационным средством для любого соответствующим образом оборудованного самолета. Почетное место среди этого оборудования принадлежит радиокompасу. Следует заметить, что при наличии радиокompаса самолет может приближаться к передающей станции ненаправленного действия от любого пункта и, независимо от сноса ветром, в конечном итоге долететь до станции.

Рис. 382. Из этого рисунка видно, что радиокompас состоит из контрольной доски с приборами, с помощью которых можно выбрать нужную станцию и отрегулировать силу звука и чувствительность визуального указателя. Приемник принимает радиоволны, уловленные рамкой (пеленгаторной антенной), которая заключена в обтекаемый кожух, укрепляемый обычно снаружи, на фюзеляже самолета.

Чтобы определиться по широкоэвещательной радиостанции при помощи радиокompаса, надо действовать следующим образом: 1. Установить ручку обратной связи в положение *A*.

1 Сектор, ограниченный четвертой частью окружности. — *Ред.*

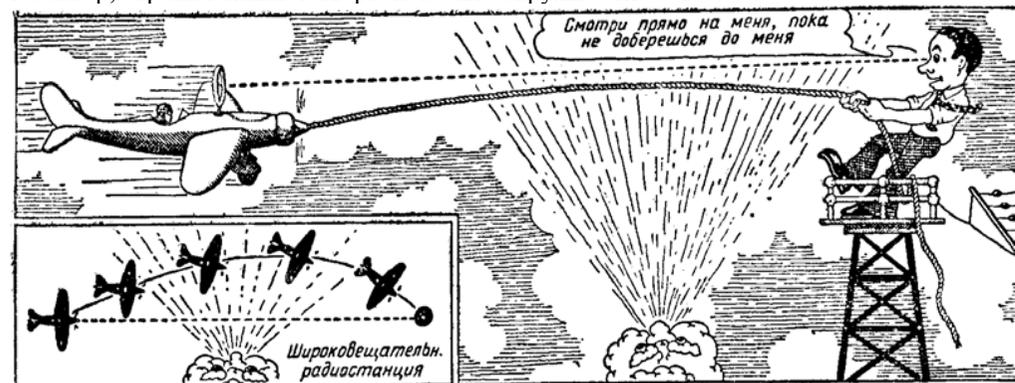


Рис. 381.

2. Поворачивать ручку реостата усиления звука. Вращая его в направлении движения часовой стрелки, можно добиться необходимого усиления и удовлетворительной слышимости в наушниках.

3. Отрегулировать настройку на известную вам длину волны той станции, по направлению которой вы намереваетесь лететь. Эта длина волны указана на шкале *A*.

4. Визуальный указатель радиокompаса (налево — направо) включается при помощи ручки «указатель направления». Вращая эту ручку по направлению часовой стрелки, мы регулируем чувствительность этого прибора. Все остальные переключатели должны быть в положениях, показанных на рисунке ^

Теоретически действие этого прибора, установленного в положении, указанном выше, заключается в следующем. Пеленгаторная антенна (рамочная), как указано, расположена внутри обтекателя. В этом положении рамочная антенна принимает даже самые слабые сигналы станции, по направлению которой летит самолет.

Однако, постоянная антенна (стержневая), как показывает само название, принимает сигналы с постоянной силой звука, независимо от направления оси самолета.

Таким образом, любое отклонение самолета от своего направления изменяет положение пеленгатора относительно передающей станции и создает разницу в относительной интенсивности сигналов, принимаемых на рамку и обычной стержневой антенной. Стрелка указателя радиокompаса в результате разницы в интенсивности сигналов движется вправо или влево; в наушниках

при этом получается усиление шума, достигающее максимума, когда самолет летит, отклоняясь на 90° от курса. Если самолет летит точно по курсу на радиостанцию стрелка указателя радиоконуса будет оставаться в вертикальном или нулевом положении. Если, однако, самолет развернется вправо от передающей станции, то стрелка указателя радиоконуса передвинется вправо.

^ Существуют аналогичные приборы, в которых ручки управления расположены в другом порядке, чем это указано на данном рисунке. — РеЭ.

Таким образом, руководствуясь положением стрелки, можно управлять рулем поворота точно так же, как управляют им по показаниям гироскопического указателя поворота.

При пользовании наушниками происходит следующее. Когда самолет летит точно по направлению на передающую станцию, сигналы чисты и в телефоне нет заметного шума. Если нос самолета уклонится влево или вправо, появится шум; он будет возрастать вплоть до отклонения самолета от правильного курса на 90° в ту или другую сторону; тогда шум будет равен по силе самому сигналу. Таким образом, имеются два способа определения уклонения от курса: один слуховой, а другой визуальный, в виде указаний радиоконуса.

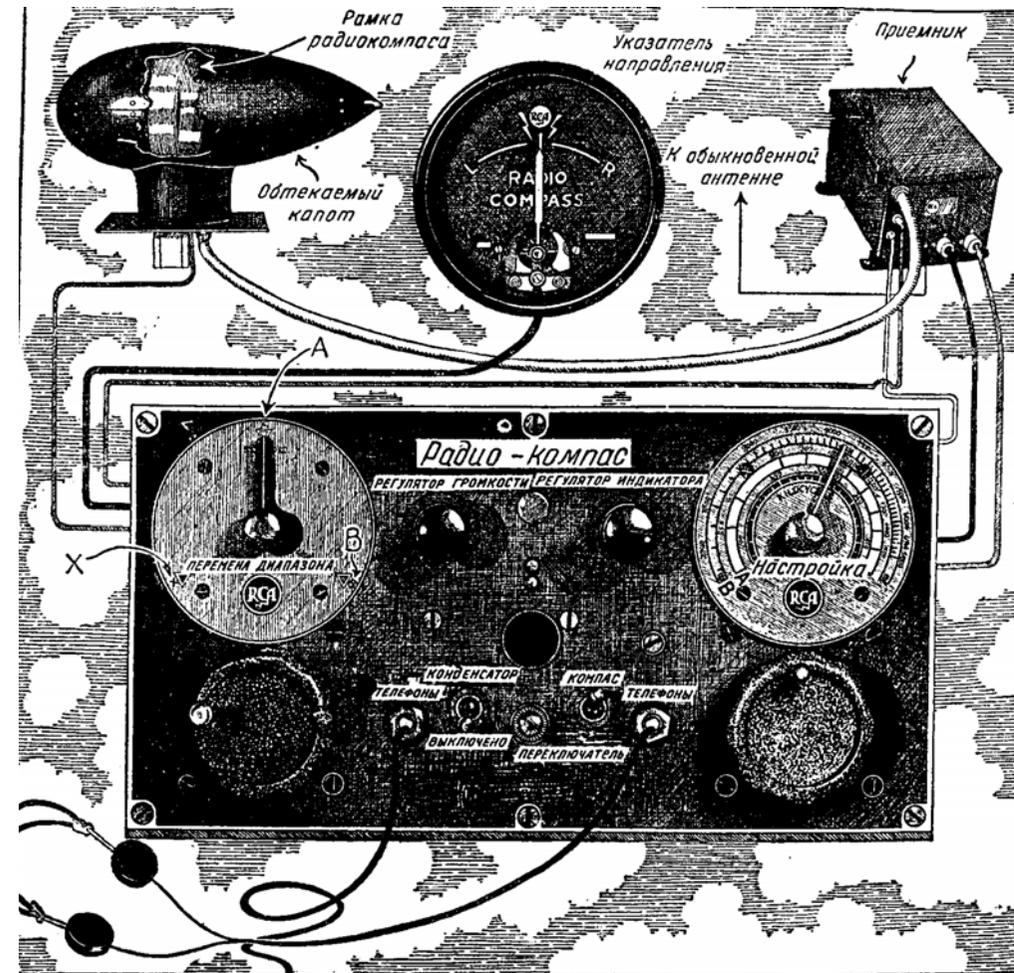


Рис. 382.

Отсюда вполне очевидно, что вы можете лететь точно в направлении на известную вам широкоэвещательную станцию, удерживая стрелку указателя радиоконуса на нуле или имея наушники свободными от шума.

Так как широкоэвещательная станция не дает «конуса молчания», необходимо получить какое-нибудь указание в момент, когда вы пролетаете над станцией. Это указание последует в виде обратного движения стрелки радиоконуса. Например, вы летите по направлению к станции; если дать левую ногу, то стрелка радиоконуса передвинется влево, если же дать правую ногу, то стрелка отклонится вправо. Если вы пролетели станцию и начинаете уда-

ляться от нее, то стрелка будет двигаться в обратном направлении.

Заметьте, что радиокompас рассматривается здесь лишь с точки зрения пользования ширококвещательными станциями. Но он полезен также и при направленной передаче, например, для пользования радиомаяками. Другими словами, этот прибор может быть использован с большой точностью для определения своего места как по маякам, так и по ширококвещательным станциям, работающим на волнах от 250 до 1 500 м. Однако, когда длина волны передаваемых сигналов меньше 330 м, необходимо быть осторожным, так как ширококвещательные станции, работающие на более коротких волнах, часто значительно искажают направление. В конце концов вам все же удастся долететь до радиостанции, несмотря на то, что вы, может быть, будете лететь к ней не строго по прямой линии. Следует понять, что все средства аэронавигации: радио, механические и иные, являются только вспомогательными средствами для обеспечения безопасности полета. Поэтому вы должны использовать все средства для того, чтобы точно определить свое местонахождение. Для настройки на прием равносигнальной зоны:

1) Установите рычаг обратной связи в положение X.

2) Установите указатель настройки длины волны соответственно с искомой станцией. 3) Поверните ручку усилителя звука в положение «включен».

230

4) Поставьте указатель в положение «включен». Все остальные переключатели остаются в положениях, указанных на рисунке ^

Установив, таким образом, приборы, вы можете лететь на радиомаяк с любого направления.

Если вы желаете лететь к радиомаяку только по слуху, когда самолет оборудован радиокompасом, то поверните ручку переключателя против часовой стрелки до отметки «выключен». После того как лампы визуального указателя будут выключены, прибор будет действовать, как приемник радионаправленных сигналов. Во время этой операции все остальные приборы должны быть в положениях, указанных на рисунке.

Обратите внимание на маленький переключатель приемника радиокompаса. При известных условиях полета возникают электрические явления, известные под названием «статических разрядов». Эти разряды наиболее часты, когда полет совершается зимой в насыщенных облаках, в особенности при условиях, благоприятствующих обледенению; впрочем, эти разряды замечаются часто и летом, во время грозы. При этих явлениях в радиоприемнике возникают легкие потрескивания, которые возрастают по силе и частоте по мере приближения к источнику разрядов (облакам), пока шум не становится настолько значительным, что заглушает все радиосигналы и иногда совершенно парализует работу радиоприемника. При конструировании авиационных радиокompасов оказалось, что экранированная пеленгаторная рамочная

антенна, обмотка которой целиком помещена в металлическую коробку, в значительной степени ослабляет, а иногда и устраняет это явление статических разрядов.

Небольшой переключатель на приборной доске позволяет использовать это свойство рамки. С поворотом его из нормального положения «компас» в положение «ограничитель статического электричества» выключается визуальная часть радиокompаса, и приемник присоединяется только к экранированной пеленгаторной рамке, а постоянная антенна заземляется. Этот поворот переключателя иногда позволит вам в условиях «статических разрядов» принимать на слух сигналы маяков, а также метеорологические радиосводки, которые иначе невозможно было бы принять. Однако, помните, что если ваш радиокompас имеет неподвижную пеленгаторную рамку (существуют два типа компасов — с вращающейся и неподвижной рамкой), то эта рамка слабее всего принимает сигналы радиостанции, находящейся прямо впереди по курсу, и потому вам придется несколько уклониться с намеченного курса, чтобы иметь возможность принимать сигналы.

^ У нас используется аппаратура других типов, так что описание, приведенное здесь, дает читателю не детали, а лишь основные принципы работы. — *Ред.*

Практика, однако, показывает, что эти незначительные отклонения от курса часто более чем окупаются возможностью принимать сигналы радиомаяков и ширококвещательных станций; иначе такой прием был бы невозможен.

Слуховая связь. Кроме диапазона длинных волн, на котором вы будете принимать сигналы радиомаяков, сообщения о погоде, и диапазона волн средневолновых ширококвещательных станций, передающих увеселительную музыку, ваш радиокompас или радиоприемник может иметь третий диапазон, диапазон коротких волн; на этом диапазоне вы будете слушать станции воздушных линий и другие авиационные станции США, пользующиеся диапазоном от 46 до 150 м. Визуальная часть радиокompаса не функционирует на этом диапазоне. Аппарат действует как обычный радиоприемник. На коротких волнах вы сможете получить много полезных сведений, подслушивая передачи станций аэролиний, наземных и самолетных станций (сведения об атмосферных условиях и направлении ветра на высоте, о состоянии погоды на определенных направлениях и



Рис. 383.

xxш

СЛЕПОЙ ПОЛЕТ

Если во время полета земля видна, то вы можете определять относительное положение самолета по положению линии горизонта. Направление вашего полета выдерживается при помощи магнитного компаса или гирополукомпыаса, а в некоторых случаях и радиокompаса; но в то же время вы проверяете путь самолета, сличая видимые на земле ориентиры с картой. Такое самолето-вождение называется полетом с *визуальной ориентировкой*.

Полет с помощью приборов необходим в тех случаях, когда самолет находится в тумане или облаках и зрительная связь летчика с землей потеряна. В этом случае летчик должен полностью довериться приборам. Я говорю это потому, что существует довольно большое различие между нашими личными ощущениями и показаниями приборов, в особенности в начальный период обучения слепому полету.

Прежде чем перейти к дальнейшему, необходимо твердо запомнить, что при слепом полете вы должны поменьше считаться со своими ощущениями, а доверяться исключительно показаниям приборов, так как последние всегда точны. Теоретическое ознакомление со слепыми полетами даст вам лишь общее представление о них. Вы можете овладеть этим видом полетов только в итоге глубокого изучения процесса работы приборов и систематической тренировки в слепом полете (под колпаком). Никогда не пытайтесь совершать слепой полет, пока вы еще не прошли необходимой тренировки, о которой будет сказано ниже.

«Полет по приборам» часто называют «слепым полетом» в силу того, что действительный горизонт в этом случае невидим. Этот термин не совсем правилен, потому что, в то время как земля уходит из поля вашего зрения

вследствие темноты или тумана, вы при помощи различных приборов все же отчетливо ориентируетесь в полете.

Во избежание путаницы мы разделим приборы на три различные группы, как показано на рис. 384, 385 и 386. Очень важно, чтобы вы знали особенности всех приборов.

Разница между истинной и технической (показанной на приборах) воздушной \wedge скоростью самолета колеблется в зависимости от максимального показания указателей скорости: 150, 300 или 500 км/час. Однако, чтобы получить истинную скорость для наших практических целей, достаточно прибавлять к показаниям прибора 5% на каждую 1 000 м высоты. Оставшаяся после этого разница скорости незначительна и ею можно пренебречь. Если бы мы даже получили истинную воздушную скорость самолета, это еще не даст нам его *путевой* скорости (скорости относительно земли). Тем не менее при слепых полетах указатель скорости является важным прибором, однако, несколько запаздывающим в своих показаниях.

Вы должны знать, что *указатель вертикальной скорости* (вариометр) может оказать значительную помощь в тех случаях, когда указатель воздушной скорости запаздывает.

Высотомер должен быть очень чувствительным и иметь весьма малое запаздывание.

Гирополукомпас в сочетании с компасом и указателем поворота — один из приборов, наиболее необходимых для слепого полета.

«Авиагоризонт» является «заместителем» видимого истинного горизонта.

1 «Воздушной» скоростью называется скорость передвижения самолета относительно воздуха без учета того, что попутный или встречный ветер может увеличить или уменьшить эту скорость относительно земли. — *Ред.*

Пытаться летать в тумане без предварительной тренировки и опыта равносильно тому, что вы броситесь в воду на глубоком месте, а затем вспомните, что не умеете плавать.



Рис. 384.

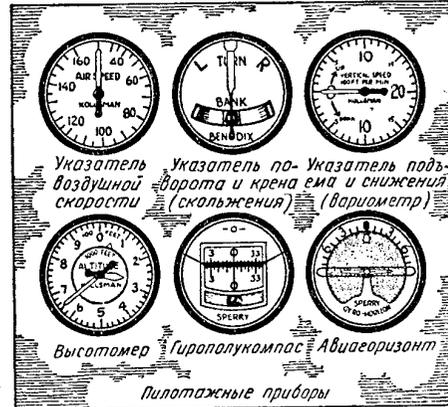


Рис. 385.

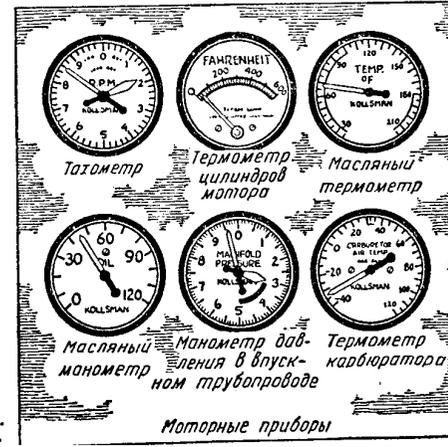


Рис. 386.

Рис. 384. Аэронавигационные приборы состоят из магнитного компаса, визуального указателя радиокompаса и наушников для приема направленных звуковых сигналов.

Рис. 385. Пилотажные приборы состоят из указателя скорости, указателя поворота, указателя вертикальной скорости (вариометра), высотомера, гироскопического компаса и «авиагоризонта». Каждый из этих приборов выполняет свое специальное назначение; все они, взятые вместе, дают летчику все необходимое для определения положения самолета в полете.

При помощи руля высоты вы регулируете воздушную скорость самолета, меняя угол атаки. Указатель поворота отражает движения руля направления и крен, придаваемый элеронами. Вертикальная скорость зависит от мощности мотора, поэтому она в значительной мере регулируется газом (дроссельной заслонкой). Высотометр, естественно, указывает высоту самолета над уровнем той точки земли, с которой он поднялся. Гироскопический компас, о котором мы уже говорили, устанавливается по компасу. Он особенно необходим в тех случаях, когда требуется точно выдерживать заданное направление. Только при прямолинейном и горизонтальном полете компас покажет вам правильное направление. Известно, что обычный магнитный компас склонен отставать при резких поворотах самолета справа налево; если же поворот производится слева направо, то компас опережает скорость поворота. Однако, требуется несколько секунд, чтобы он пришел в нормальное состояние и снова давал правильные показания. Кроме того, если самолет движется не прямо на север или на юг, а в каком-либо ином направлении и нос его приподнят, то стрелка компаса будет отклоняться к югу. Если нос самолета опускается, то стрелка компаса отклоняется к северу. Эти свойства компаса не окажут вам большой помощи при слепом полете в завихренном воздухе. В таких случаях можно довериться гироскопическому компасу, который является надежным проводником. Гироскопический авиагоризонт дает вам непосредственное зрительное отражение положения самолета относительно земли.

Приборы, указанные на рис. 384 и 385, при раздельном чтении их, а также при рассмотрении вместе, делают возможными слепые полеты, но не раньше, чем вы приобретете практический опыт. Подобно скрипачу, вы должны практиковаться, прежде чем сделаться виртуозом.

Рис. 386. Моторные приборы. Эта группа приборов контролирует работу мотора и тех деталей, которые находятся внутри и вокруг него. Кроме того, имеется порядочно и других вспомогательных приборов, но недостаток места не позволяет нам все их перечислить.

Прежде чем приступить к практическим слепым полетам, разрешите мне напомнить вам, что высотометр перед полетом должен быть установлен на нуль, чтобы указывать высоту не над уровнем моря, а над уровнем аэродрома, с которого самолет взлетает. Ниже указан порядок пользования рычагами

управления для сохранения определенного положения самолета в воздухе.

1 Руль поворота (для придания направления в горизонтальной плоскости) Основной прибор: *указатель поворота* Вспомогательный прибор: *гирополукомпас*

Высотомер и указатель вертикальной скорости используются совместно, контролируя друг друга, так же как гиросполукомпас, магнитный компас и указатель поворота работают отдельно, но должны читаться вместе.

Когда стрелка указателя поворота отклоняется от среднего положения влево или вправо, примерно, на ширину самой стрелки (в зависимости от чувствительности данного прибора), а шарик указателя скольжения остается в среднем (нулевом) положении, то самолет делает правильный ^ поворот с креном, примерно, на 15°. При этом показании самолет, независимо от скорости, совершит поворот на 360" в 2 минуты или на 180° в 1 минуту. Когда стрелка указателя поворота отклоняется, примерно, на две свои ширины, крен составляет около 30°; отклонение на три ширины показывает крен в 45°. Когда мы с вами поднимемся, мы попрактикуемся в этих поворотах и наблюдаем за положением стрелки.

В воздухе будут выполнены следующие упражнения: прежде всего вы будете практиковаться в прямолинейном полете, удерживая стрелку указателя поворота в центре. Я же позабочусь об остальном. Затем вы будете практиковаться в том, чтобы удерживать шарик указателя скольжения в среднем положении. Наконец, вы будете сохранять вертикальное направление при помощи руля высоты, что, как-вы уже знаете, имеет прямое отношение к поступательной скорости полета. После того как вы овладеете этими тремя основными упражнениями, вы перейдете к работе газом (дресселем) в сочетании с остальными рычагами управления, либо сохраняя прямолинейный и горизонтальный полет, либо снижаясь или поднимаясь с определенной вертикальной скоростью (указатель вертикальной скорости).

Следующей вашей задачей будет выравнивание самолета для прямолинейного и горизонтального полета после подъема, что достигается следующим образом:

- 1) Следя за высотомером, наберите заданную высоту.
- 2) Приведите указатель поворота в среднее положение.
- 3) Не трогайте секторов управления газом.

4) Установите стабилизатор так, чтобы заставить нос самолета опуститься.

5) Удерживайте стрелку указателя вертикальной скорости (вариометра) на нуле при помощи руля высоты.

1 Если шарик уйдет из среднего положения во внутреннюю сторону поворота, то это будет свидетельствовать о внутреннем скольжении, а если на внешнюю, — то о заносе, т.е. и в том и в другом случае поворот уже не будет правильным. — *Ред.*

6) При этих условиях скорость самолета будет приближаться к крейсерской скорости, и в этот момент вам придется регулировать газ для получения числа оборотов, соответствующего крейсерской скорости.

7) Действуйте стабилизатором до тех пор, пока не прекратится давление на ручку управления, вызванное опусканием носа самолета.

Для планирующего спуска с определенной воздушной скоростью надо:

1. Сохранять заданную скорость при помощи руля высоты, установив одновременно стабилизатор так, чтобы он удерживал самолет на этой скорости при брошенной ручке.

2. При помощи газа установить самолет так, чтобы стрелка вариометра держалась на нуле.

3. Если теперь убрать газ (закрыть дроссель), то самолет перейдет в планирование, сохраняя заданную поступательную скорость ^. После этого мы выполним виражи с подъемом, спирали, фигуры высшего пилотажа, потерю скорости и штопор. Все это должно быть правильно выполнено вами под колпаком, причем вы должны смотреть только на приборную доску.

^ Это будет верно не для всех типов самолетов.—*Ред*

XXIV

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САМОЛЕТА

Недостаточно знать самолет только после того, как он уже построен. Для полного понимания дела надо иметь представление и о процессе производства самолета.

При постройке военных самолетов главной задачей является обеспечение летных качеств — скорости, скороподъемности и маневренности, и самолет конструируется так, чтобы удовлетворять этим важнейшим требованиям. Что же касается самолетов, предназначенных для транспортных целей, то при их постройке приходится учитывать другие факторы, как, например, удобства и просторное размещение пассажиров и их наибольшую безопасность. Конечно, в обоих случаях соответствие самолета его назначению в значительной мере зависит от технического искусства его конструкторов.

Конструктор должен сначала определить требуемые летные качества машины, которую он хочет создать, и, исходя из опыта и знаний, мысленно представить себе схему и общие очертания внешнего вида нового самолета. Для эксплуатации транспортного (многоместного пассажирского) самолета

большое значение имеет вместимость пассажирской кабины, поэтому должно быть предусмотрено просторное помещение для пассажиров, обеспечивающее им все удобства.

Хорошая вентиляция и обогревающие приспособления, способные поддерживать постоянную температуру, являются другой проблемой, требующей к себе внимания.

Выше было указано, что посадочная скорость должна остаться в определенных пределах. Крейсерская скорость такого самолета должна быть как можно выше при минимальном расходе горючего. Последнее требует от конструкторов, чтобы лобовое сопротивление самолета было минимальным. Это в свою очередь требует наименьших вредных сопротивлений, что достижимо только тогда, когда наружные поверхности конструкции по возможности ровны и гладки; отсюда форма самолета должна быть по возможности обтекаемой, поскольку это не отражается на размерах кабины, обеспечивающих удобство для пассажиров. От этих специфических требований очень часто приходится отступать; так, например, если самолет должен летать с тяжелым грузом над высокими горами, большая крейсерская скорость может стать второстепенным фактором, а в качестве важнейшего фактора выступит «рабочий потолок» самолета.

Конструктор мысленно создает схему самолета, постоянно имея в виду тип и мощность моторов, которые он намерен поставить на новый самолет. Изготавливаются предварительные черновые наброски и чертежи; сюда входят также расчеты летных качеств. Эти расчеты производятся после выбора наиболее выгоднейшего профиля крыла. В большинстве случаев, для того чтобы лучше проверить идею конструктора, изготавливается макет будущего самолета.

Как только установлены размеры и общая форма самолета, изготавливается деревянная модель его в масштабе, необходимом для испытаний в аэродинамической трубе. Малейшие неточности в деревянной модели увеличатся во много раз на будущем самолете. Вот почему эти модели изготавливаются высококвалифицированными мастерами. После всесторонних испытаний модели в аэродинамической трубе, произведенных в соответствии с искусственно воспроизведенными различными условиями действительного полета, конструктор получает важнейшие данные и расчеты: сопротивление, управляемость, устойчивость и т. д. Если на этой стадии можно внести усовершенствования, они вносятся в модель немедленно, прежде чем сделан генеральный проект. Все данные, полученные при испытании в аэродинамической трубе, используются в качестве базы, на основе которой вырабатываются дальнейшие детали.

Затем производится общий анализ напряжений всей конструкции в целом, после чего постепенно подвергают этому анализу мелкие части. В результате анализа напряжений устанавливаются общий размер и формы различных час-

тей и производится предварительный подсчет веса конструкции самолета. По мере разработки проекта в него вносятся те или иные улучшения, но, конечно, не за счет прочности конструкции. Составляется диаграмма центровки для установления центра тяжести самолета, а центр тяжести в свою очередь должен находиться в заранее определенном положении относительно центра давления крыла.

Для того чтобы установить необходимую прочность всей конструкции и отдельных ее частей, выясняют аэродинамическую нагрузку в нормальных условиях полета (эти данные получаются испытанием в аэродинамической трубе), а затем эта нагрузка умножается на известный коэффициент прочности (предписываемый имеюЩ1ШИСЯ в каждой стране особыми законодательными органами, ведающими этими вопросами). Полученный таким образом результат умножают на величину максимальной возможной нагрузки в самых сложных атмосферных условиях и выводят окончательный результат, называемый «проектной нагрузкой». Получив эту цифру, конструктор имеет ясное представление о прочности, необходимой для его нового самолета, хотя в дальнейшем ему часто приходится возвращаться к тем данным и цифрам, которые были получены при предварительных исследованиях.

Когда вся указанная работа закончена, изготавливается полная спецификация, пока, наконец, вся работа не выльется в чертежи мельчайших деталей различных частей самолета. Различные стадии хода проектирования так тесно связаны между собой и творческая работа настолько продолжительна, что мелкие изменения иногда приходится вносить до самого конца постройки самолета.

На заводе производятся различные испытания по определению прочности материалов, предназначенных для отдельных частей самолета, что является дальнейшим контролем правильности теоретических расчетов.

В течение многих лет считали, что увеличение размеров самолета требует увеличения его веса не в простой пропорции, а в кубе, т. е. что увеличение размеров самолета вдвое вызывает якобы увеличение его веса в 8 раз. При современном уровне знаний и опыта установлено, что если размеры самолета удвоить, то его вес может утроиться, но в то же время полезная нагрузка, которую может поднять этот большой самолет, увеличится почти в 3 раза. Таким образом, старая теория, считавшая, что вес самолета есть функция его размеров, должна быть отброшена.

Современный самолет должен давать больше, чем только хорошие летные качества. Удобства пассажиров имеют не менее важное значение.

Пассажирский самолет можно считать удовлетворяющим современным требованиям, если кабина оборудована вентиляцией, допускающей обмен воздуха в количестве 1 куб. м в минуту на каждого пассажира; вибрации не превышают 0,003 мм', шум удерживается на уровне менее 85 децибел; темпе-

ратура в кабине — 17—18° С.

Пилот, ведущий пассажирский самолет, не должен производить снижение круче, чем на 100 м в минуту, и не делать разворота с креном, превышающим 15°.

XXV ВОЕННАЯ АВИАЦИЯ

Существуют три основных вида авиации — спортивная, транспортная и военная. Каждый из них требует определенной квалификации летчиков, а также специальных типов самолетов, соответствующих тому или другому назначению.

Для военного летчика самолет прежде всего оружие. Поэтому его подготовка значительно отличается от подготовки летчика транспортной авиации. Мужество, боевой дух, высокое владение техникой полета, мастерство в технике высшего пилотажа — являются лишь частью качеств, необходимых квалифицированному военному летчику.

На заре развития военной авиации, особенно в первый период мировой войны, большинство задач, в том числе и воздушный бой, разрешалось одиночными летчиками.

Единственное преимущество этого вида полетов заключалось в том, что после неудачи в воздушном бою летчик, возвратившись так или иначе на свой аэродром, мог рассказать о столкновении все, что ему было угодно.

В настоящее время обстановка изменилась, боевые соединения состоят теперь более чем из одного самолета, а это означает, что если такое соединение вступает в воздушный бой или выполняет какую-либо другую задачу, то возможно только единственное сообщение о происшедших в воздухе событиях, а именно то, которое отвечает действительности.

Тремя главными видами боевых полетов являются: бомбардирование, штурмовые действия и воздушный бой. Каждый из них представляет собой специальную область работы, во всяком случае с военной точки зрения ^

Поскольку большинство военных задач может быть разрешено лишь группой самолетов, взаимно поддерживающих друг друга, будет интересно остановиться на различных соединениях и основах их организации.

^ Автором не отмечена разведывательная авиация, роль которой весьма значительна как в отношении помощи земным войскам, так и в отношении помощи своим боевым воздушным силам. — Ред

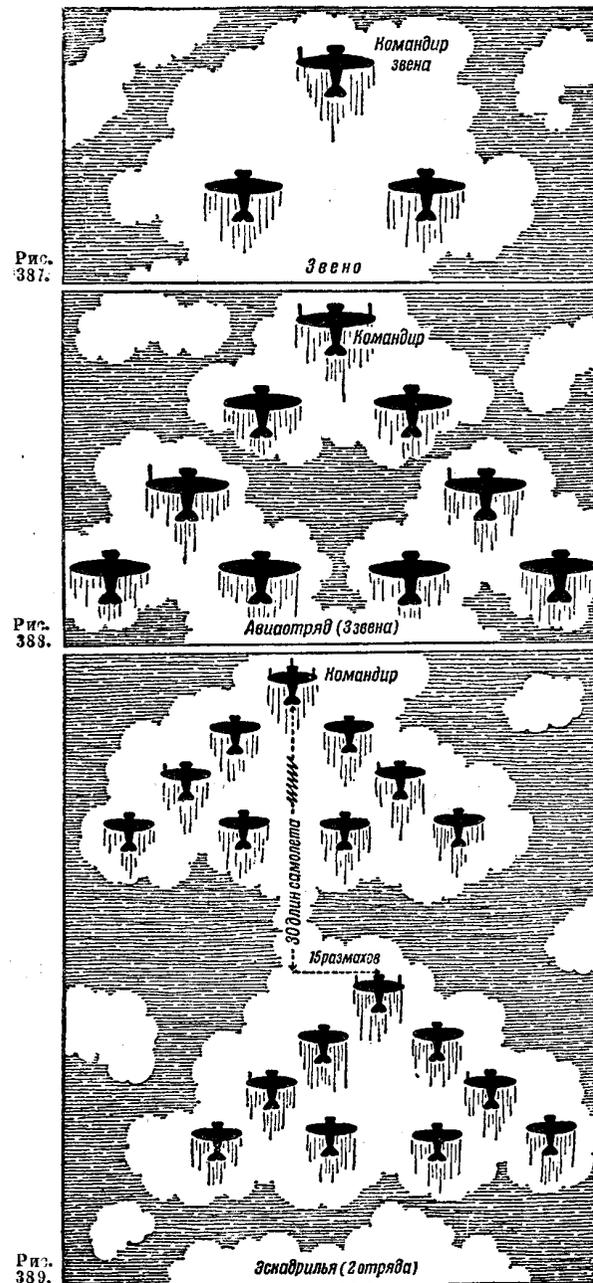


Рис. 387. *Звено* состоит из двух или трех самолетов, находящихся в подчинении командира звена. Расстояния между самолетами в строю зависят от распоряжений командира, который в свою очередь руководствуется различными обстоятельствами, в том числе атмосферными условиями, в особенности видимостью во время полета и возможностью взаимной огневой поддержки.

Рис. 388. *Отряд* состоит из двух или трех звеньев, находящихся под командой командира отряда.

Рис. 389. *Эскадрилья* состоит из двух или трех отрядов, находящихся под командой командира эскадрильи.

Рис. 390. *Группа* включает от двух до четырех эскадрилий и возглавляется командиром группы. Обратите внимание (см. рисунок) на то, что звенья 4-й эскадрильи окаймляют остальные эскадрильи. В мирное время это построение ласкает глаз, в военное же время оно не только производит сильное впечатление на противника, но и делает его бессильным, если он не достиг более высокого совершенства в летном деле.

Крыло является следующим, еще более крупным соединением и состоит из двух или трех групп. Рис. 391, 392, 393. Первый из этих рисунков показывает основной строй звена, а именно: № 1 — ведущий самолет, самолет № 2 — летит слева и самолет № 3 — справа.

Следующие два рисунка показывают эскадрилью в строю фронта и в строю колонны звеньев.

Этот краткий очерк военной авиации должен дать хотя бы некоторое представление о том, насколько ее полеты отличны от летной работы самолета, используемого только в качестве транспортного средства.

В прежние времена противник вторгался в страну, пробираясь пешком или верхом. Отныне неприятельские армии могут нахлынуть, используя горючее и шелк

Самолет сделал отдаленные страны соседями, а некоторые из них, как известно, имеют агрессивные намерения

ОГЛАВЛЕНИЕ	
От издательства	6
1. Аэродинамика	9
II. Парашют и его применение	21
III. Первые полеты	29
IV. Взлет и посадка	39
V. Повороты, подъемы и снижения	51
VI. Потеря скорости и штопор	58
VII. Мотор	67
VIII. Виит	77
IX. Ваш первый самостоятельный полет	81.

X. Визуальная аэронавигация	100	
XI. Воздух	124	
XII. Гироскоп и гироскопические пилотажные приборы	138	при-
XIII. Моторыые сиазочные масла п горючее. . . .	152	
XIV. Мотор и его питание	163	
XV. Высота—смесь—мощность	172	
XVI. Свечи и магието для зажигания	183	
XVII. Винт с регулируемым шагом	188	
XVIII. Самолет и прочность его конструкции . . .	196	
XIX. Л(-д)	206	
XX. Оборудование самолета	209	
XXI. Электричество	215	
XXII. Радио в авиации	219	
XXIII. Слепой полет	233	
XXIV. Проектирова.ние самолета	239	
XXV. Военная авиация	242	

Редакторы: В. ГРИШИН, В. пышнов В редактировании перевода и отдельных глав участвовали:

Е. БУРЧЕ, А. ТАУБЕ, В. БЕЛЬЦ Литературная редакция Ф. МАТРОСОВ
Техническая редакция А. БАБОЧКИН Корректурa И. ШИРЯЕВА

Общее оформление под наблюдением Б. ЭСТРОВА

Отпечатано в 1-й Образцовой типографии Огиза РСФСР треста „Полиграфкнига" под руководством: Технического директора А. Лимрешча Заведующей производством Е. Фильцер Инженера-технолога П. Романова

Наборные работы под наблюдением: В. Астафьева, Г. Денисова, Д. Сафрановича, В. Уемва Печатные работы под наблюдением: Г. Захарова, С. Трофимова, П. Торчиешини Переплетно-брошировочные работы под наблюдением: Я. Аравина, С. Васильева, Д. Галкина

Отпечатано на бумаге Красногородской бумфабрикц Коленкор изготовлен на Шелковской фабрике.

Сдано в набор 8/11 1937 г. Подписано в печать 15/11 1937 г. Формат бумаги 74 x 108. Объем 15,5 листа. 15,5 авторских листа. В печатном листе 40.000 знаков. Уполном. Главлита № Г-7039. Изд. № 43. Заказ типографии № 766. Тираж 100 000. Цена книги 6 руб., переплета 1 р. 50 к. Адрес издательства: Москва, Орликоер пер., Д. 3.