

629.73
К83
029
К-8

Инж Кроль Д.А.

Конструкции самолетов.

Вып. 4.

УПРАВЛЕНИЕ САМОЛЕТОМ

7082
3807



ПЕРЕСЬЛІК 1939

Научно-техническая библиотека "ХЛН"




kn0003807

ПЕРЕСЬЛІК 2019 р.

1939 г.
г. Харьков.

БІБЛІОТЕКА
ХАРКІВСЬКОГО ІНСТИТУТУ
ІНТЕГРАЛЬНИХ МАШИН

Общие требования к системе управления.

В зависимости от характера проводки управление может быть: механическим, гидравлическим, пневматическим или электрическим.

Управление рулями самолета, как правило (за исключением очень тяжелых машин), осуществляется механическим: гибким (тросовая проводка) или жестким (система тяг).

Тросовое управление легче по весу, проще в производстве и дает возможность легко обойти агрегаты, расположенные в фюзеляже. Однако, оно имеет и ряд недостатков: меньшая чувствительность рулей, вследствие провисания тросов, вытяжка тросов и связанная с этим необходимость частой регулировки, меньшая надежность в связи с возможным обрывом тросов (отсюда - необходимость очень тщательного повседневного контроля /или разрывом их пучей. Провисание и вытяжка тросов содействуют возникновению вибраций /особенно провисание, но и вытяжка-упругая деформация. В американских нормативах против вибрации предлагается иметь управление только жестким;

Эти два недостатка являются причиной того, что на истребителях тросовое управление ставить не рекомендуется. С одной стороны к рулям истребителя предъявляется требование большой чувствительности /реагирование рулей на самые малые отклонения ручки/; с другой стороны вытяжка тросов, близкая к частым переменам нагрузки /при маневрах истребителя/ - особенно велика.

Трение тросов о ролики создает дополнительную нагрузку пилоту.

Жесткое управление не имеет перечисленных недостатков, однако оно сложнее в производстве. Такое управление требует особенной тщательности при его изготовлении во избежание люфтов в шарнирах, ибо даже очень малые люфты в каждом узле, складываясь, дают в итоге значительный свободный ход руля.

Последнее обстоятельство недопустимо по двум причинам: уменьшение чувствительности управления и содействие появлению вибраций.

Для уменьшения трения система жесткого управления обычно собирается на шарикоподшипниках.

Трасса жесткой проводки управления должна быть заранее тщательно выбрана, ибо проведение ее "по месту" встречает большие затруднения.

Остановимся на некоторых общих положениях, связанных с кинематикой системы управления.

I/ Если в сочетании звеньев системы управления все углы прямые, то такая система при движении в ту и другую сторону имеет одинаковые перемещения. Например, из рис. 168-а.

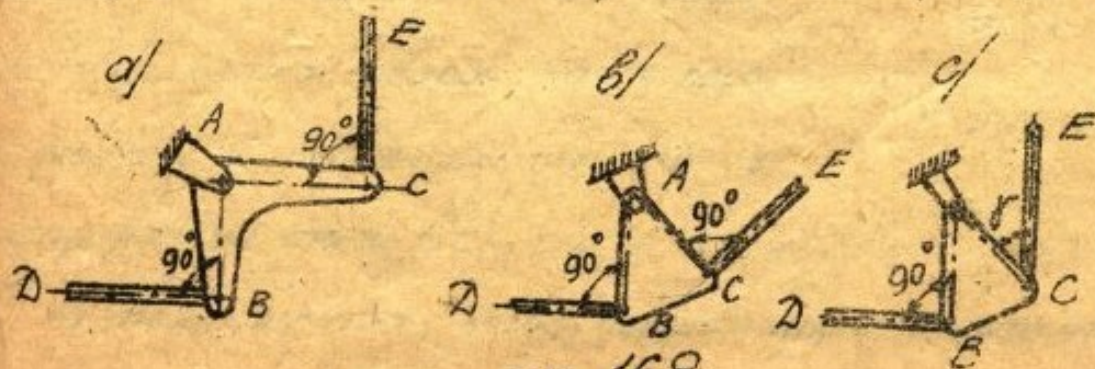


рис. 168

и 169 мы видим, что при одинаковом перемещении тяги $ДВ$ вправо и влево точка 1 переходит в точку 2 или 3 - рис. 169/, т.е. при равенстве путей a'' и b'' и углов поворота угольника $ВАС$ $|\alpha = \beta|$,

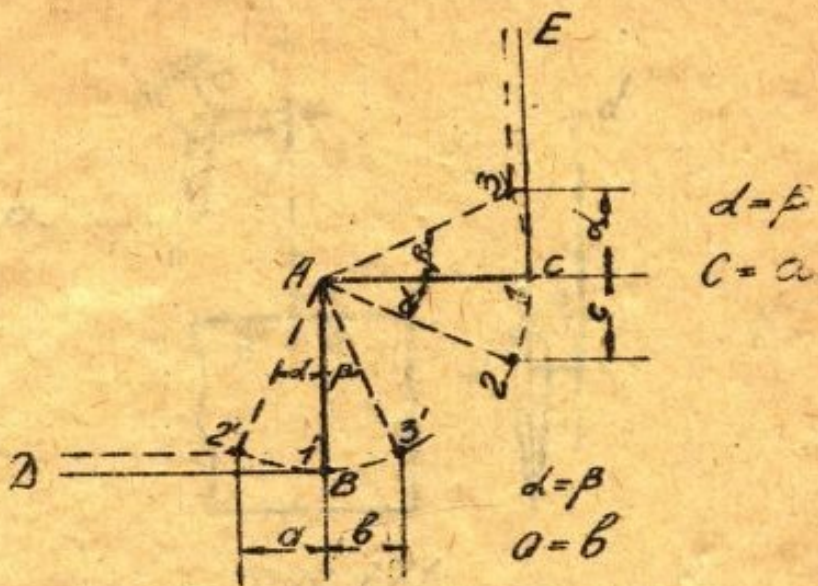


рис. 169

пути тяги $СЕ$ также равны $|c = d|$. Такое же равенство путей обеспечивает и соединение, показанное на рис. 168-в, ибо оба угла между тягой и плечом угольника здесь прямые.

Из рис. 170 (соединение соответствующее рис. 168-с, где угол $\gamma < 90^\circ$) мы видим, что здесь при равенстве ходов тяги $ДВ$ $|a = b|$, пути тяги $СЕ$ не равны между собой, а именно: $c < d$. (Если бы угол γ был $> 90^\circ$, то c было бы $> d$). Больше оказывается путь в том направлении, при котором плечо угольника поворачиваясь приближается к перпендикуляру $АН$ на направление тяги $СЕ$.

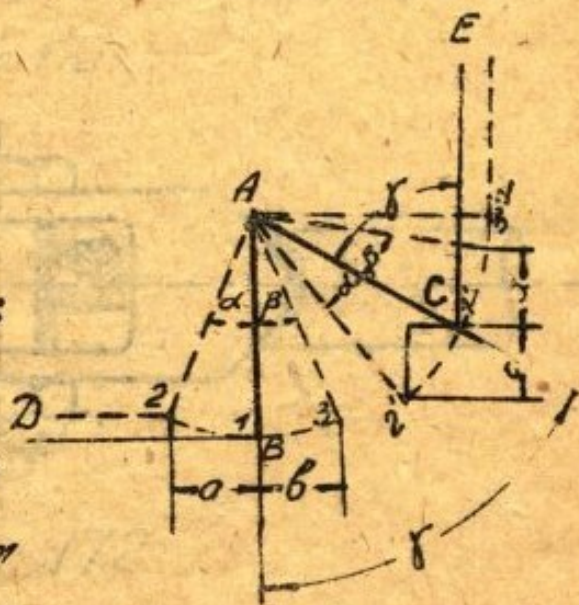


рис. 170

2) В тех случаях, когда поворот тяги осуществляется не

в одной плоскости /как
 например, на рис. 171/
 - тяга „de“ должна быть
 смонтирована либо на
 ориентирующихся под-
 шипниках, свободно до-
 пускающих отклонение
 на 7-8° из своей плоско-
 сти, либо /при больших значениях углов/ на карданах.

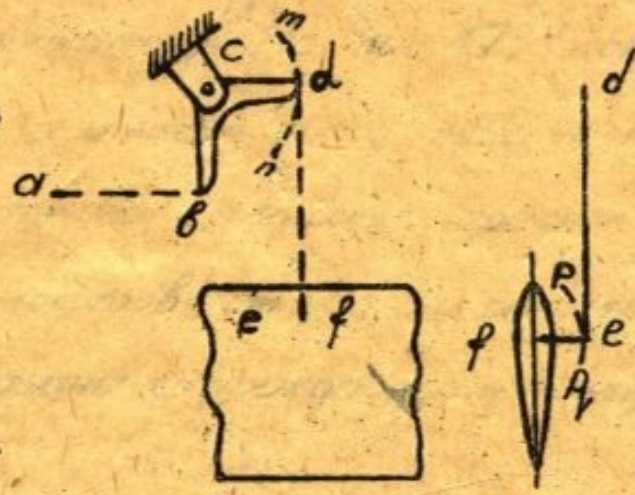


рис. 171

Это требование вытекает из того, что конец „d“ тяги
 описывает путь „ml“, а конец „e“ следует по дуге „pq“
 /угольник всд и рычаг на руле (fe) лежит во взаимно-
 перпендикулярных плоскостях, и перемещение тяги оказыва-
 ется пространственным/ Типовой узел с ориентирующимся
 шарикоподшипником показан на рис. 172.

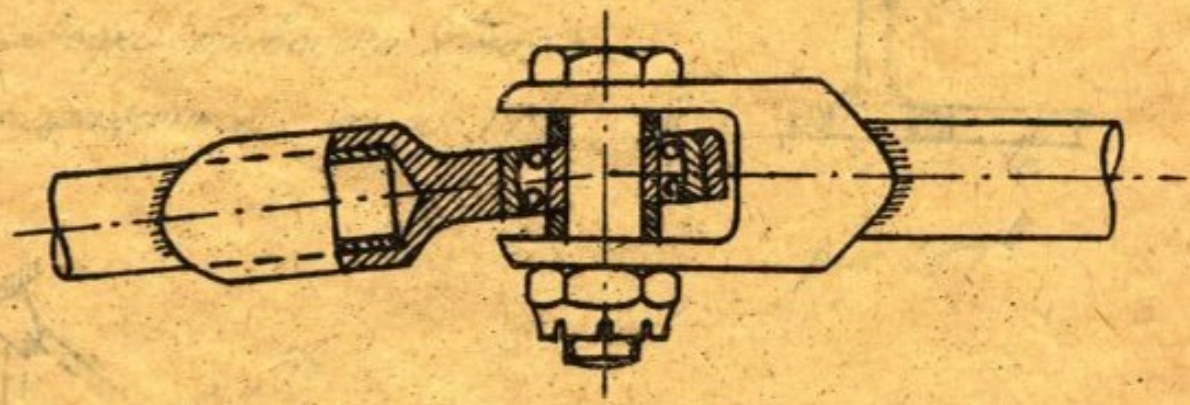


рис. 172

3/ Из условий продольного изгиба не рационально делать
 тяги длинными. Обычно, система проводки осуществляется
 из отрезков труб с чашками, подвешенных на так назы-
 ваемых маятниках. Пример простейших маятников приве-

ден. на рис. 173^а и 173^б. Тяги a' и c' поддерживаются вертикальными маятниками b' . На рис. 173^а конструкция самого маятника проще и легче, зато слабее получается узел соединения маятника с тягами (труднее обеспечить точную пригонку без люфтов - см вид по стрелке p'). Кружочками условно показаны шарикоподшипники.

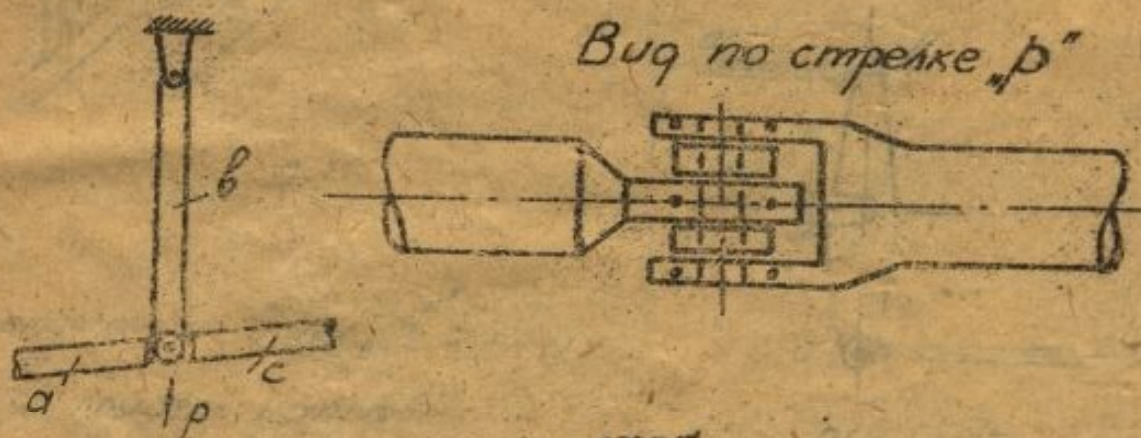


рис. 173^а

Стремление избежать дифференциальности при изменении направления проводки приводит к маятнику, изображенному на рис. 174.

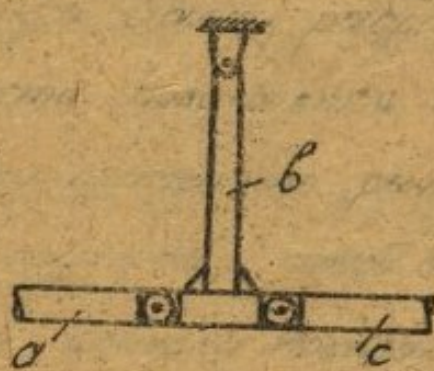


рис. 173^б



рис. 174

Часто, из условия удобства крепления (например к лонжерону крыла) маятники осуществляют не вертикальными, а горизонтальными. Последние в весовом отношении

или не выгодны, т.к. работают на изгиб/

6

Пример горизонтального маятника показан на рис. 275.

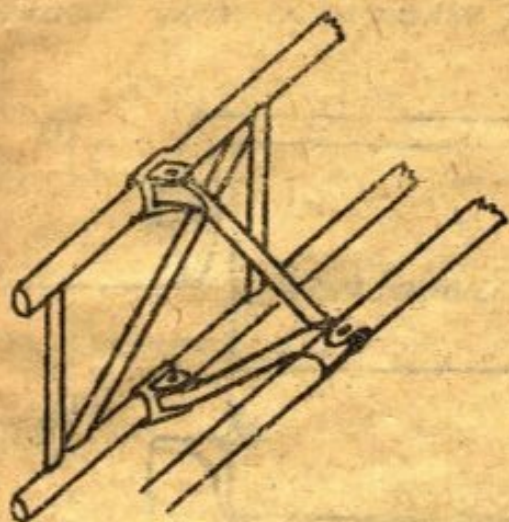


рис. 175

при перемещении тяги ab влево, тяга cd пойдет направо.

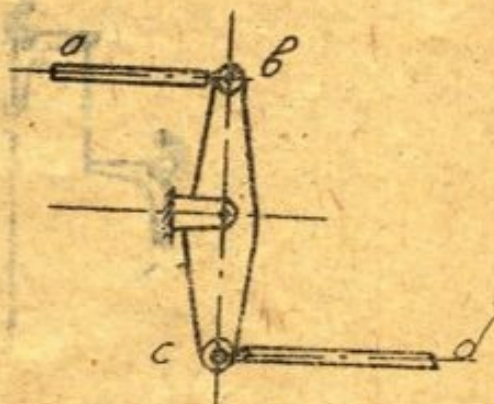


рис. 176

Следует иметь в виду, что рычаги, как балки работающие на изгиб, из условий прочности получаются на много тяжелее маятников. Поэтому применять рычаги для смещения проводки в сторону / параллельно самой себе / не рационально. Пример не рациональной проводки показан на рис. 177-б, рациональной - на рис. 177-а.

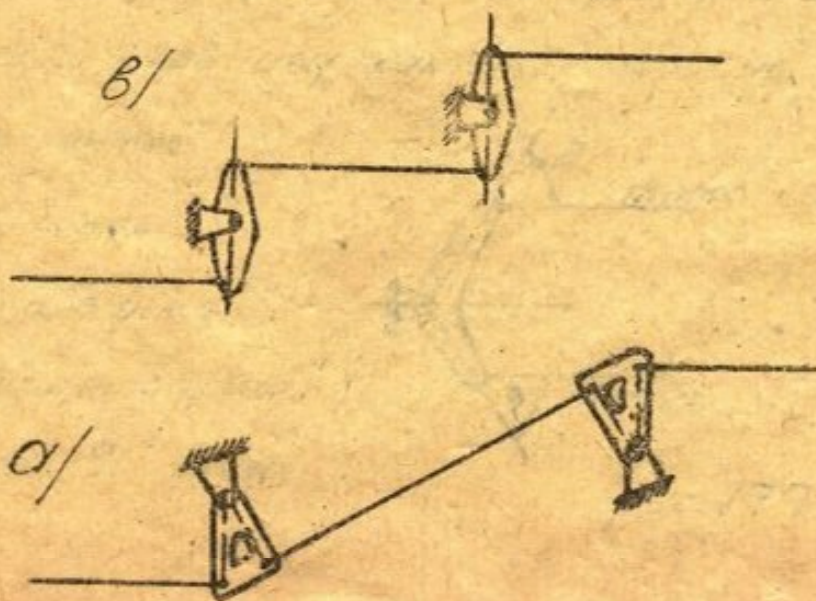


рис. 177

В некоторых случаях при необходимости резкого изменения направления проводки придется, однако, идти на систему рычагов или угольников (рис. 178).

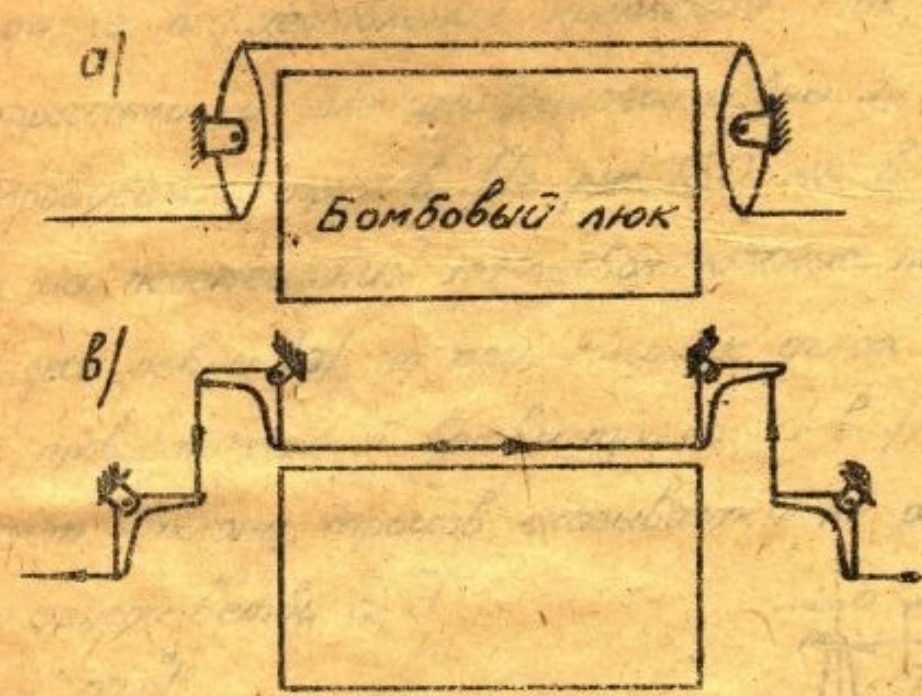


рис. 178

Если рычаги должны быть большими, система угольников большей частью оказывается легче.

5/ В случае тросового управления, во избежание провисания, тросов необходимо осуществлять крепление тросов и рычагов на секторах.

В самом деле, совершенно очевидно, что в случае крепления троса к рычагу, как это показано на рис. 179,

будет значительное провисание тросов, ибо вследствие того, что углы β не равны 90° будет



рис. 179

иметь место дифференциальность / проекции перемещений на направление тросов не равны $a > b$, а следовательно натяжение одного троса не равно провисанию другого. Но даже осуществление крепления так, что углы между тросами и плечами рычагов равны 90° , не избавляет от провисания тросов. Из рис. 180 мы видим, что хотя проекции перемещения на первоначальные направления тросов здесь равны $|a|$, но при больших углах отклонения рычага провисание одной ветви троса $\bar{a}-\bar{b}$ [треугольник $\bar{m}p\bar{r}$] за счет наклона тросов оказывается не равным натяжению другой ветви $\bar{c}-\bar{d}$ [тр-к $\bar{q}z\bar{s}$].

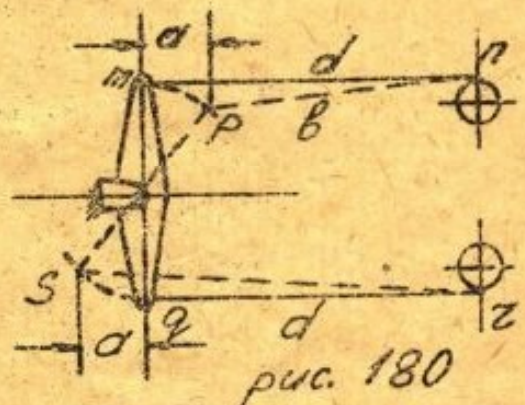


рис. 180

Однако, провисание тросов в этом случае невелико и такие крепления допускаются.

Совершенно исключает провисание тросов, как мы уже говорили, крепление его на секторах [рис. 181]. Трос крепится в точках a и b . При повороте сектора один из тросов на него наматывается, другой разматывается. Натяжение одной ветви равно провисанию другой и равно дуге $S = r\delta$, где r - радиус сектора, δ - угол его поворота.

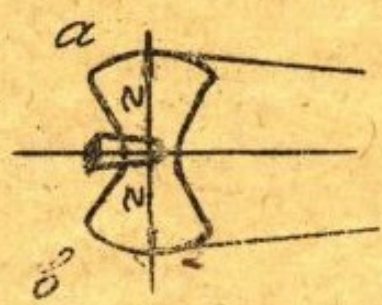
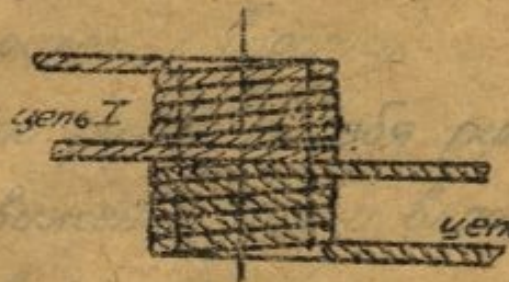


рис. 181

Б) Для передачи движения от одной заткнутой цепи

трасса к другой применяются барабанчики (рис. 182).
Делая барабан ступенчатым, можно вводить,
тем самым, передаточное число.

а/



б/



рис. 182

Управление рулями самолета.

Управление рулями самолета делится на ручное (управление рулем высоты и элеронами) и ножное (управление рулем поворота).

При движении ручки на себя руль высоты подымается вверх, при движении ручки вправо правый элерон подымается, левый опускается и наоборот, при движении правой ноги вперед руль поворота отклоняется вправо, при движении вперед левой ноги руль поворота отклоняется влево.

На больших самолетах управление элеронами производится при помощи штурвала, т.к. при этом, благодаря возможности осуществить большой путь руки, пилот может произвести большую работу при небольшом, сравнительно, давлении на ручку. *Поворот штурвала по часовой стрелке соответствует движению ручки вправо.

Следовательно управление самолетом осуществляется таким образом: для увеличения угла атаки самолета пилот берет ручку на себя; для осуществления правого крена — ручку вправо. Несколько сложнее обстоит дело с разворотом. При правильном выраже /без скольжения/

х/Исходя из габаритов кабины ручка управления может отклоняться в сторону на угол 20° - 22° . Это лимитирует путь руки, в то время как вращение штурвала ничем не ограничено.

равнодействующая силы веса и сил инерции должны уравновешиваться подъемной силой крыла [рис. 183].

Следовательно разворот неразрывно связан с креном.

Поэтому, при правом вираже, посылая правую ногу вперед, пилот одновременно отклоняет ручку [поворачивает штурвал] направо.

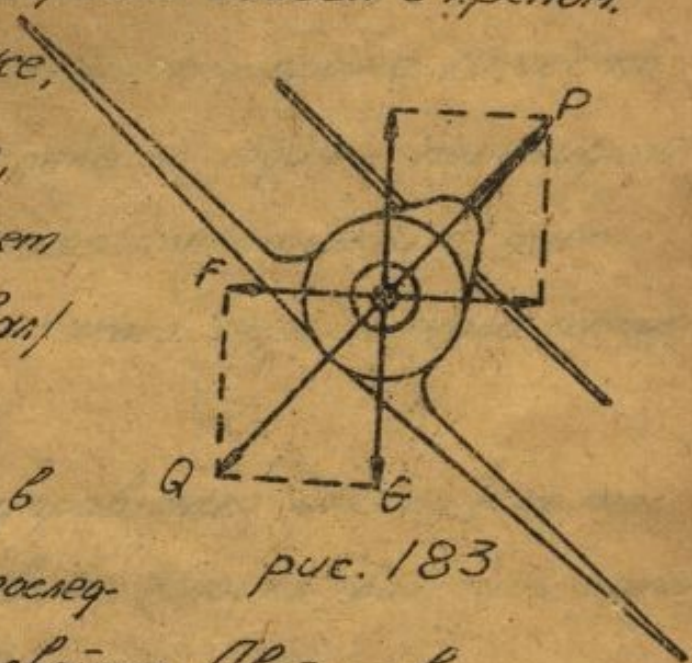


рис. 183

Управление рулями самолета, в зависимости от назначения последнего, бывает одинарное или двойное. Двойное в свою очередь бывает не выключающееся и выключающееся. Выключающееся управление ставят на учебных машинах для того, чтобы инструктор мог выключить в случае необходимости управление ученика.

На бомбардировщиках и разведчиках двойное управление. Двойное управление ставится на самолетах исходя из следующих соображений:

1. Нужно дать возможность экипажу в случае гибели пилота вернуться на аэродром.
2. На самолетах, рассчитанных на большую продолжительность полета, нужно дать возможность экипажу чередоваться в управлении. Иногда этого не делают, но тогда габаритами машины обеспечивают пилотам возможность легко сменяться у одинарного

упрощения.

Если позволяют габариты самолета - двойное управление ставят рядом. В этом случае управление для многих самолетов получается проще. Вместо двух штурвалов можно сделать один - перекидной, что, незначительно усложняя конструкцию, дает экономию в весе. [Пример такого перекидного штурвала показан на фиг. 56].

Такая система двойного управления имеет еще то преимущество, что дает возможность обойтись одной арматурной доской на обоих.

Ручное управление.

а. Жесткое управление.

На рис. 184 показан пример жесткого ручного управления.

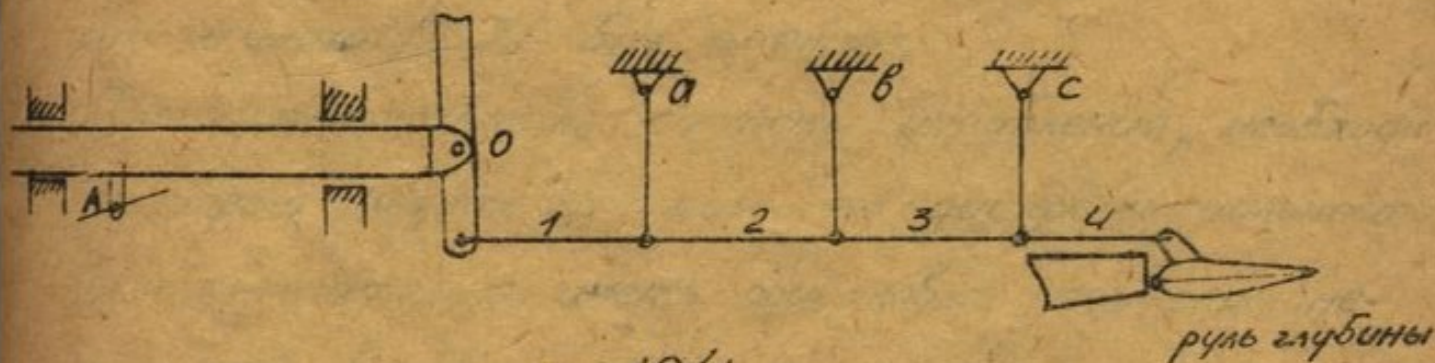
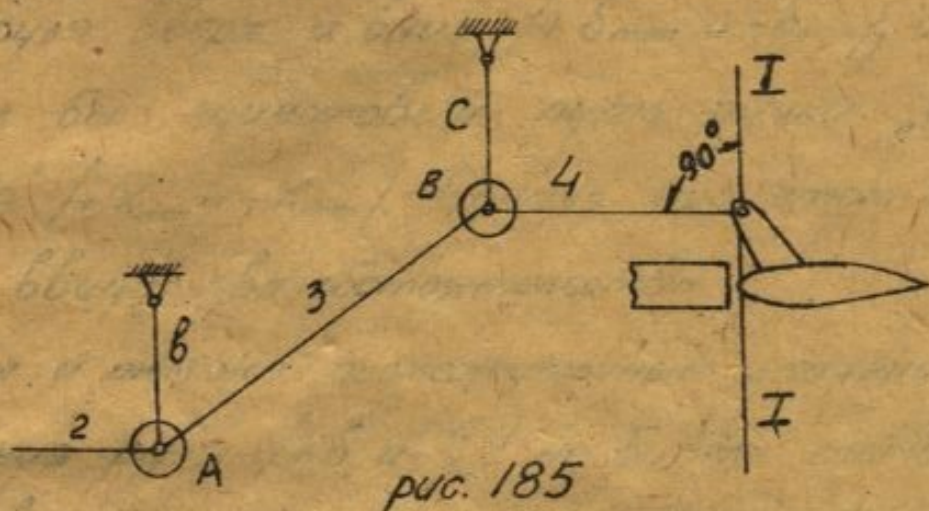


рис. 184

Ручка крепится к горизонтальной трубе на шарнире O. К горизонтальной же трубе прикреплен рычаг A, от которого идут тяги к элеронам. От ручки, при помощи

тяг, движение передается на руль глубины.

Осуществление системы управления для высоко-расположенного руля показано на рис. 185.



Такая схема дифференциальности не дает, т.к. при условии параллельности тяг 2 и 4 и маятников B и C, дифференциальность в узле B исключает дифференциальность, создаваемую в узле A.

Для отсутствия дифференциальности в системе необходимо, чтобы угол, образованный последней тягой [4] и прямой, проходящей через оси вращения руля и тяги [I-I], был прямым.

При проектировании системы управления, необходимо строго следить за появлением дифференциальности.

Если желательно иметь одинаковые углы отклонения руля в обе стороны, то нужно стремиться к тому, чтобы либо в системе не создавалось дифференциальности (т.е. все углы были прямыми), либо - одна дифференциальность перекрывала другую,

как это сделано, например, на рис. 185.

Возможно, конечно, и при наличии неисключенной дифференциальности в системе выдержать условие, чтобы одинаковым конечным значениям углов отклонения руля вверх и вниз $|+\delta_{\max}$ и $-\delta_{\max}|$, соответствовал бы одинаковый путь ручки „на себя” и „от себя” $|+x_{\max} = -x_{\max}|$. Однако, при этом следует иметь ввиду два обстоятельства:

1/ Одним и тем же промежуточным значениям углов отклонения руля $|+\delta_1$ и $-\delta_1|$ не будет соответствовать одинаковое отклонение ручки $|+x_1 \neq -x_1|$.

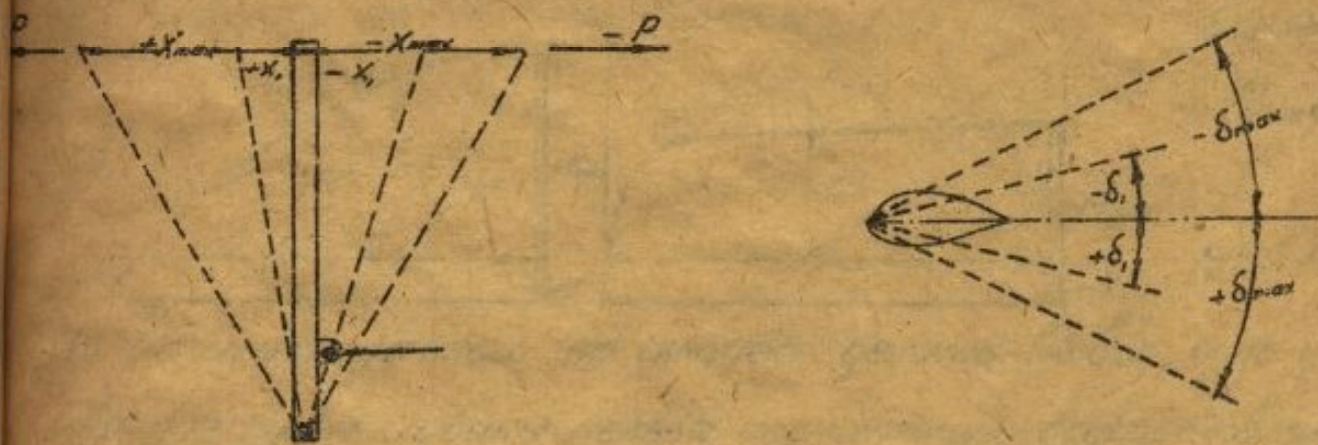


рис. 185^а

2/ Даже при равенстве шарнирных моментов соответствующих углов отклонения $+\delta_{\max}$ и $-\delta_{\max}$, давление на ручку $+P$ [соответствующее $+\delta_{\max}$] не будет равно давлению $-P$ [соответствующему $-\delta_{\max}$].

Объяснить это можно следующим образом:

Работа, необходимая для отклонения руля [с учетом

компенсации / на угол δ_{max}

$$A_p = \int_0^{\delta_{max}} M_{ли} d\delta$$

Работа, которую затрачивает пилот при максимальном отклонении ручки от себя

$$A_n' = \int_0^{x_{max}} P dx$$

Работа, затрачиваемая пилотом при максимальном отклонении ручки на себя

$$A_n'' = \int_0^{-x_{max}} -P dx$$

В связи с наличием дифференциальности в системе, закон изменения $P = f(x)$ различен в обоих случаях (см. рис. 185B),

поэтому, несмотря на то, что при $+x_{max} = -x_{max}$ $A_n' \neq A_n'' = A_p$

все же

$$+P_{max} \neq -P_{max}$$

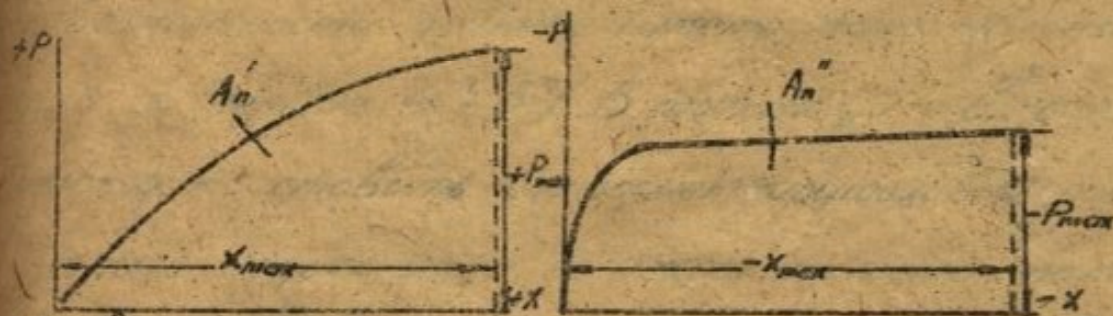


рис. 185B

Из вышеизложенного не следует делать вывод, что управление рулем глубины нельзя сознательно осуществлять дифференциальным.

Обычно, из условий устойчивости и управляемости самолета бывает необходимо иметь угол отклонения ручки высоты вверх больше чем вниз. Исходя из этого управление рулем высоты можно осуществить дифференциальным.

Следует отметить, что система, показанная на рис. 184, обладает существенным недостатком:

при работе элеронами получается отклонение руля глубины. В самом деле (рис. 186): при отклонении ручки, например, влево, тяга "ав" займет положение $a'b'$, т.е. точка "б" переместится на величину S . Откло-

нение руля глубины будет тем больше, чем больше отношение $\frac{e}{L}$. Поэтому желательно делать звено "ав"

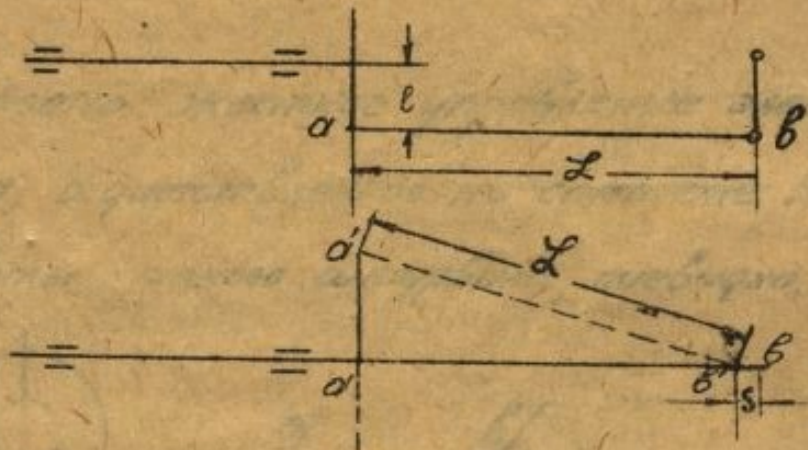


рис. 186

по возможности длиннее (иметь максимальное значение угла α меньше $4^\circ - 5^\circ$). В точках "а" и "б", очевидно, необходимо ставить самоориентирующиеся подшипники.

Этого недостатка не имеет система, показанная на фиг. 57. Здесь ручка управления, подвешенная на кромке поперечной трубы, заканчивается шарниром на оси последней. К этому шарниру крепятся тяги управления элеронами, проходящие внутри поперечной трубы. К трубе прикреплен рычаг управления рулем глубины. Очевидно, что при такой системе, управление элеронами будет независимым от управления рулем глубины. Во избежание кручения тяг управления элеронами при управлении рулем глубины, в систему введены шарикоподшипники.

На том же принципе построена система двойного управления, показанная на фиг. 57.^a Разница заключается лишь в том, что вместо поперечной опорной трубы, поставлена продольная.

Обычно жесткое управление элеронами осуществляется от ручки.

На фиг. 58 показано жесткое управление элеронами от штурвала, осуществленное на самолете. Который 360. Схема работы такого штурвала, очевидно, *1 следующая /рис 188/

380x
-54649-

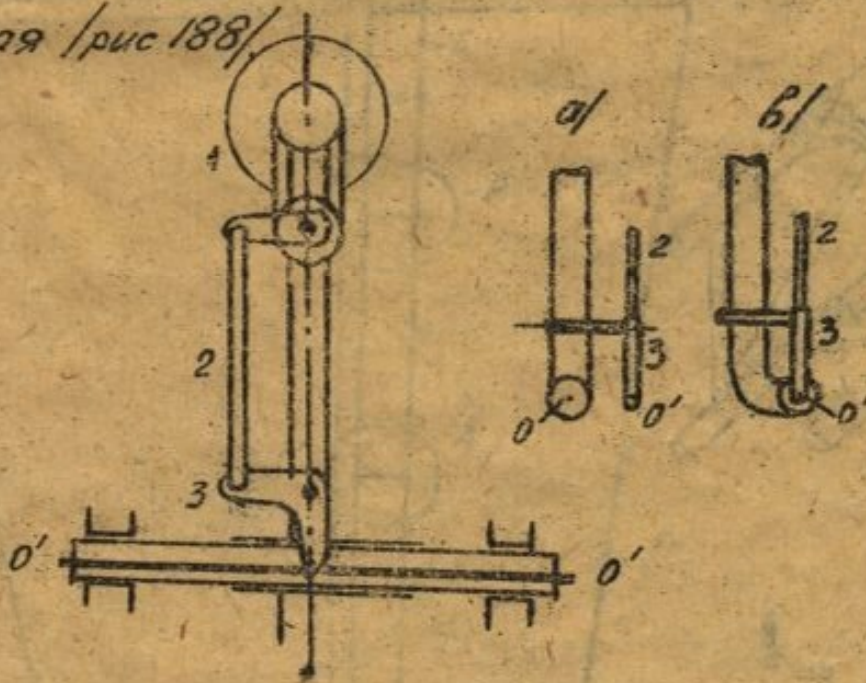
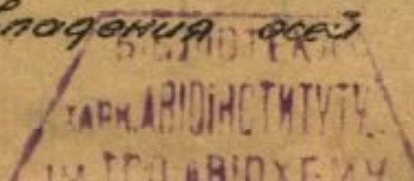


рис. 188

На оси вращения штурвала посажена звездочка. Идущая от нее цепь Гамля вращает вторично звездочку. Вращение звездочки поворачивает рычаг I и, через тягу 2 - угольник 3, связанный с тягами, идущими к элеронам. Небольшое отклонение этих тяг при управлении рулем глубины /за счет несоблюдения осей

*1 Описание системы не дано.



О, С' - вариант "а" / легко может быть компенсировано ориентирующимися шарикоподшипниками. Этот небольшой недостаток может быть легко ликвидирован - вариант "б".

На рис. 187 показана проводка жесткого управления элеронами.

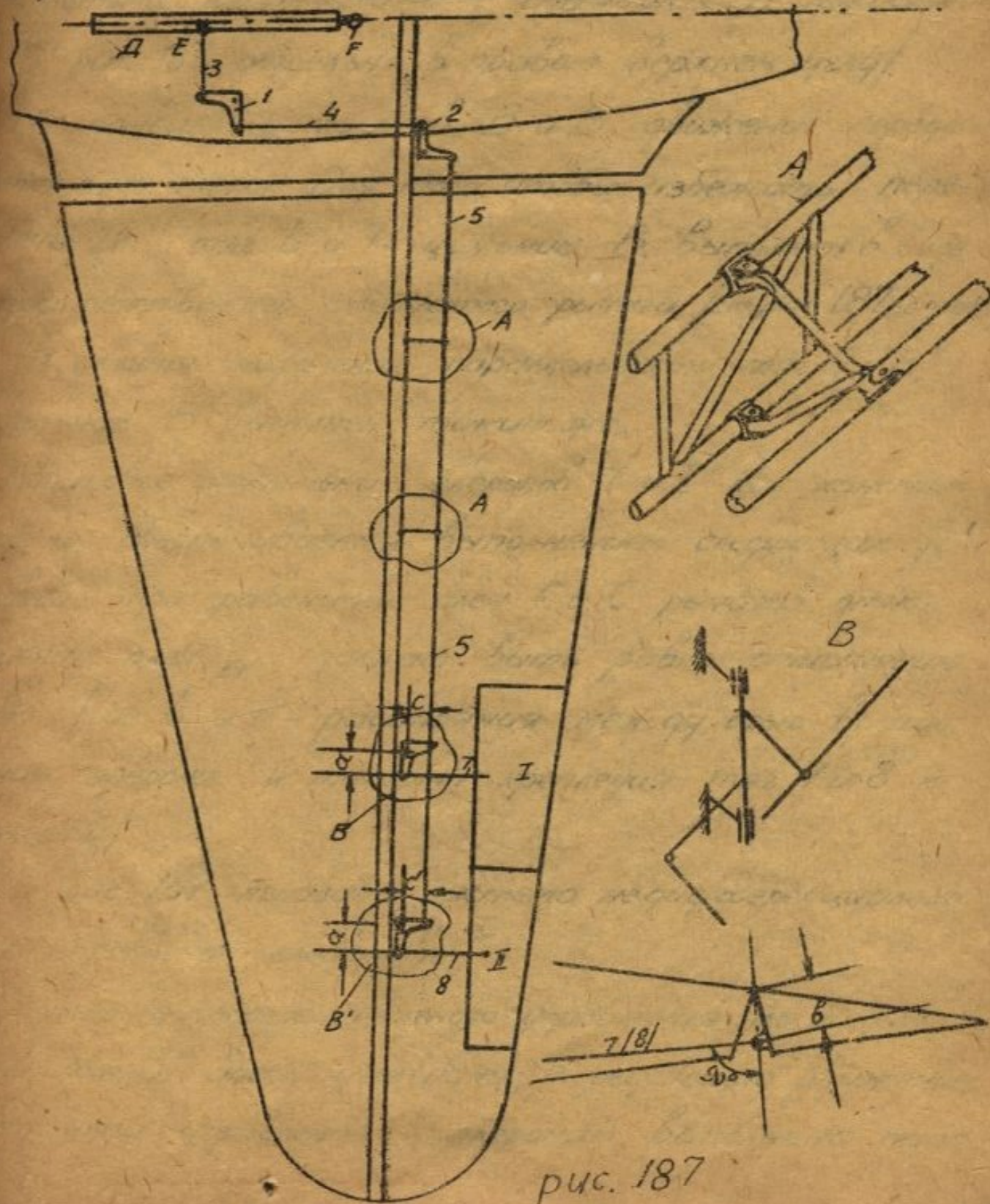


рис. 187

От ручки F , при помощи горизонтальной трубы D с рычагом „ E “, угольников 1 и 2 и тяг 3 и 4, укрепленных в центроплане, движение передается тягам 5, идущим параллельно лонжерону открылка.

Места соединения тяг поддерживаются горизонтальными маятниками A [маятник „ A “ показан на рис. 187 отдельно в правом верхнем углу].

При помощи угольников B и B' движение передается на элерон. Для того, чтобы избежать пересечения тяг 6 и 7 - угольник B выполнен в виде пространственного коленчатого рычага [см. рис. 187 - справа].

Из условия сохранения параллельности тяг 7 и 8, угольник B' выполнен таким же.

Одинаковое отклонение элеронов I и II при коничном крыле обеспечивается выполнением следующих условий: при равенстве плеч C и C' рычагов, отношение плеч $\frac{a}{a'}$ должно быть равно отношению $\frac{b}{b'}$ [где b и b' - расстояния между осью вращения элерона и точками крепления тяг 7 и 8 к элерону].

На рис. 187 показана система недифференциального управления элеронами.

Пример дифференциального управления мы видим на фиг. 31. Здесь угольники, передающие движение от тяги управления к элеронам, выполнены туго

узлами. Очевидно, что при одинаковом перемещении тяги управления вправо и влево, тяга, идущая к элерону, будет иметь перемещение вперед (по полету) больше, чем назад. Так как ось вращения элерона лежит ниже точек крепления тяг [фиг. 32], то отклонение элерона вверх будет больше, чем вниз.

Не следует забывать, что когда прямая, соединяющая точку крепления тяги к элерону с осью вращения последнего, не перпендикулярна направлению этой тяги, то отклонение элерона будет дифференциальным даже при одинаковом перемещении последней вперед и назад. Например, у системы, изображенной на фиг. 32 даже при одинаковом перемещении тяги, идущей к элерону вперед и назад, отклонение элерона вверх будет больше. Такую же дифференциальность имеет управление элероном, показанное на фиг. 55.

Система, показанная на фиг. 42, имеет обратную дифференциальность: при одинаковых перемещениях тяги "в" вперед и назад элерон будет вниз отклоняться больше, чем вверх. Очевидно, что эта дифференциальность должна быть перекрыта большей дифференциальностью в одном из узлов проводки управления.

Избежать ее по причинам конструктивного порядка было трудно.

в. Троссовое управление рулем глубины /рис. 189/.

Движение от штурвала 1 к элеронам передается через звездочку 2, цепь Галля 3 и тросса 4 и 5; движение к рулю глубины передается троссами 6 и 7. Ось горизонтальной трубы штурвальной колонки совпадает с троссами 5. Поэтому при работе рулем глубины элероны остаются неподвижными.

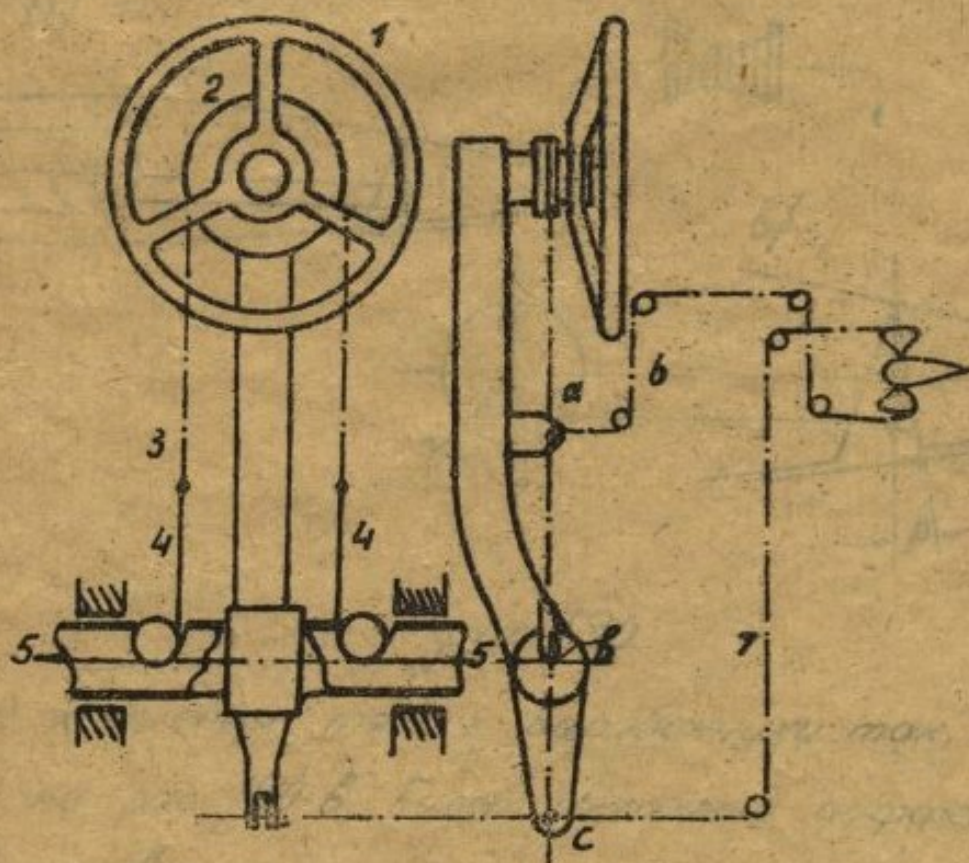


рис. 189

Чтобы не было провисаний троссов во время работы рулями, необходимо:

1. Точки а, в и с должны лежать на одной прямой.

2. Троссы в точках a и c должны быть перпендикулярны к прямой ac / При невыполнении этих условий будет провисание троссов по причинам, разобранным выше, см. рис. 179 /

3. На рулях должны стоять сектора. Если сектора выступают в поток, то конструкцию можно изменить так, как показано на рис. 190: троссы заканчиваются на барабанчике. От барабанчика к рулю идет жесткая тяга

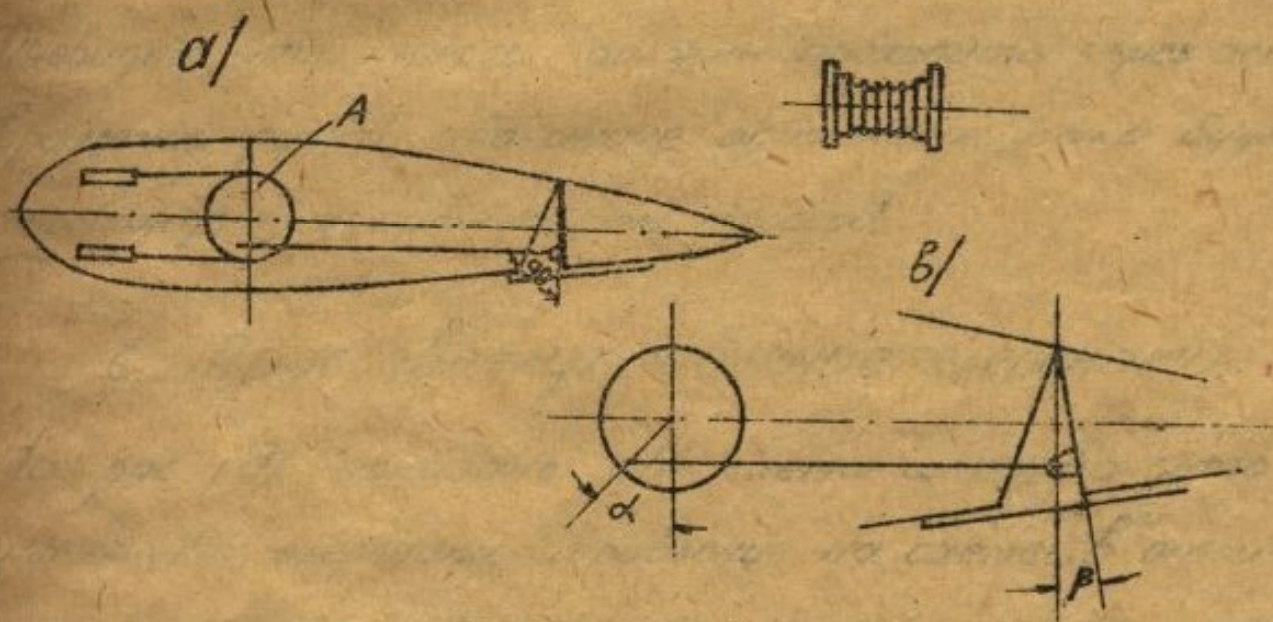


рис. 190

В случае крепления тяги к барабанчику так, как это показано на рис. 190-б, будет обеспечена дифференциальность в управлении рулями.* /

На фиг. 59 показан пример троссового управления от ручки. Здесь троссы идут не непосредственно от ручки, а от передаточного рычага с секторами. Сектора рас-
* / Такая система может быть применена для управления элеронами.

положены не в одной плоскости /см. вид по стрелке „А“/ для того, чтобы обеспечить подвод тросов к двум роликам, смонтированным на одной оси. По обе стороны ручки поставлены ограничители.

Ручка управления показана на фиг. 60. С ручкой связаны гашетки. Ниже на ручке приварены кронштейны с направляющими для тросов, идущих к пулеметам.

Очевидно, что тросы должны проходить через ось вращения ручки, ибо иначе отклонение ручки будет сопровождаться натяжением тросов.

с. Троссовое управление элеронами.

На рис. 191 показано две схемы штурвального управления элеронами. Управление на схеме „В“ отличается от схемы „А“ тем, что тросы, идущие от штурвала, замыкаются через 2 барабана I и II. От барабанов к элеронам идут самостоятельные замкнутые цепи тросов. Схема „А“ конструктивно более проста, но менее надежна, т.к. при обрыве троса оба элерона выходят из строя. При осуществлении проводки по схеме „В“ оба элерона выйдут из строя только в случае обрыва среднего троса. Этот случай менее вероятен, ввиду

малой длины этого участка тросов.

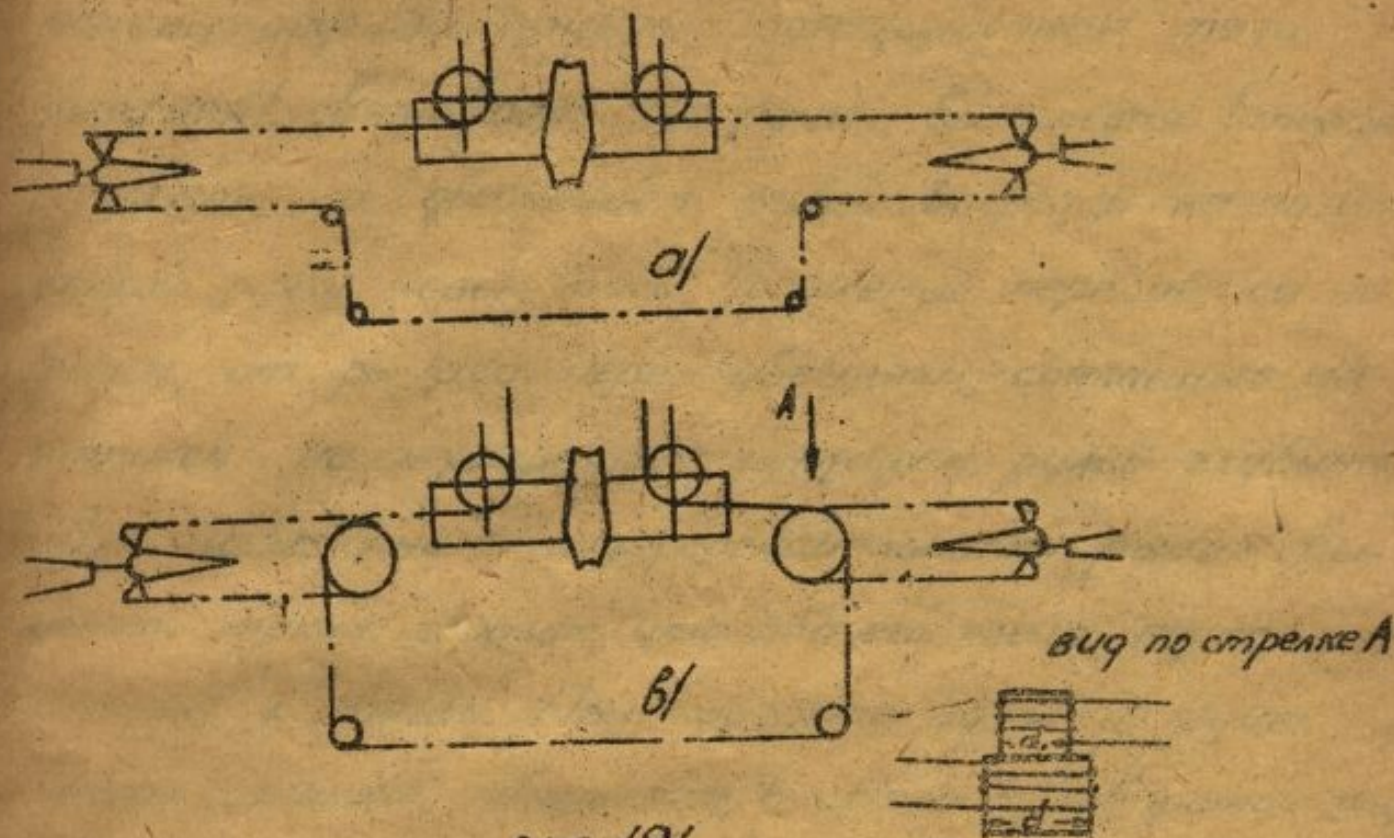


рис. 191

Изменяя соотношение диаметров барабанов $\frac{d}{d_1}$, можно ввести нужное передаточное число.

В случае, когда трос при перемещении выходит из плоскости ролика, возможно соскакивание троса с последнего. Для избежания этого, ролики делают ориентирующимися, т.е. подвешивают ролик таким образом, чтобы он имел возможность свободно поворачиваться (следуя за тросом) в нужном направлении. Пример ориентирующихся роликов показан на фиг. 61

На фиг. 62 показан пример смешанной системы управления: управление рулем глубины жесткое, управление элеронами — смешанное. Управление

двойное, причем сидения пилота и летнаба расположены друг за другом. Промежуточная тяга (верхняя) связывает обе ручки, вынуждая вторично следовать за движением первой вперед и назад. От второй ручки, через тягу, движение передается на рычаг, от рычага через две тяги, связанные маятником — на неразрезной лонжерон рулей глубины.

Для избежания дифференциальности рычаг выполнен таким образом, что оба его плеча перпендикулярны к тягам. При повороте одной из ручек, вторая также повернется, в связи с поворотом опорной (нижней) трубы. С опорной трубой жестко связан сектор, приводящий в движение троссы, идущие к промежуточным рычагам. От этих рычагов жесткая тяга через угольник передает движение элеронам.

На фиг. 63, также показана смешанная система управления.

Управление двойное, штурвальное. Кресла пилотов расположены рядом. Перемещение штурвала на себя, натягивает или толкает тягу, идущую к рычагу на поперечной передаточной трубе. При повороте этой трубы, движение через два других ее рычага передается троссам, идущим к рычагам другой передаточной трубы, расположенной в стабилизаторе.

От этой трубы движение двумя жесткими тягами передается рулям глубины.

Первая передаточная труба связывает оба штурвала, заставляя второй следовать за движением первого.

Поворот штурвала натягивает тросы, идущие к расположенным в фюзеляже передаточным рычагам. От рычагов движение при помощи жестких тяг передается элеронам. Связь между рычагами осуществляется также жесткой тягой.

Недостатком этой системы является наличие крутых перегибов тросов, идущих к рулям глубины.

Крутые перегибы троса ведут:

1/ К увеличению силы трения троса о ролик за счет возрастания равнодействующей R , прижимающей трос к ролику - рис. 192.

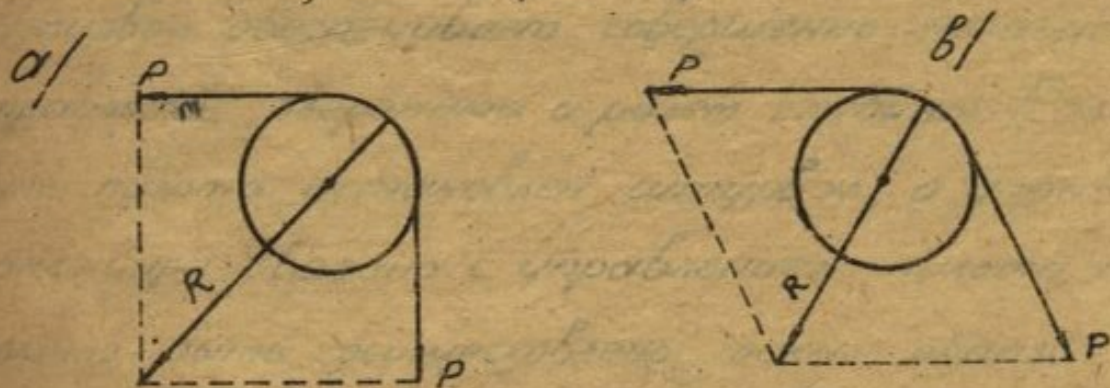


рис. 192

2/ К более быстрому износу троса.

Штурвал этой системы вынесен отдельно на фиг. 64.

На фиг. 65 показано жесткое управление с-та Potez-63. Система управления рулем глубины 65° и элеронами 65^в понятна из чертежа.

На фиг. 66 дана схема двойного управления бомбардировщика. Управление имеют пилот и командир корабля, помещающийся в застекленной рубке в носу фюзеляжа. Так как самолет тяжелый, то пилоту необходимо штурвальное управление. Ставить штурвал командиру нецелесообразно из условий габаритов рубки. Ручка сама по себе занимает меньше места и к тому же может быть выполнена с'емной. Связать штурвальное управление пилота с ручным командира нужно так, чтобы большим путем троса, идущего от штурвала, соответствовало бы малое отклонение тяг, идущих от ручки. Это и осуществлено системой передач на схеме фиг. 66.

Штурвал обеспечивает совершенно независимое управление элеронами и рулем глубины. Если в кабине пилота установлен штурвал, а управление командира связано с управлением пилота, то оно должно быть осуществлено таким образом, чтобы также обеспечивать независимость рулей и элеронов друг от друга. Эта независимость управления достигается здесь следующим образом: ручка коман

дира, при перемещении вперед и назад, скользит своим нижним концом вдоль сектора, не оказывая влияния на элероны. При отклонении ручки в сторону, сектор поворачивается и рычаг, соединенный с ним, толкает тягу, идущую к элеронам. При этом тяга, идущая к рулю глубины, не перемещается.

Цепь к рулю глубины: штурвал, труба A, рычаг R на ней, тяга S, угольник T, тяга U, труба с двумя рычагами W, тяга X, угольник Y, рычаг на лонжероне руля глубины Z. К угольнику T подходит тяга V от ручки командира.

Цепь к элеронам: тросса от штурвала поворачивают траверсу E, тяга от траверсы поворачивает угольник F. К другому концу угольника подвешен масляный цилиндр G. Цилиндр служит для управления элеронами-закрылками. Концы поршня связаны с тягами, идущими к коленчатым рычагам K.

Цилиндр подвешен на вращающихся вокруг вертикальных осей кронштейна Y, причем плечи кронштейнов равны плечу рычага F, соединенному с цилиндром.

При повороте угольника F, цилиндр перемещается вправо или влево, толкая одну из тяг, идущих

к коленчатым рычагам К, и натягивая другую. Коленчатые рычаги К поворачиваются, тяги Л отклоняют элероны.

К траверсе Е, через рычаг Д и угольники С и В, подходит проводка /система тяг/ от сектора, связанного с ручкой командира.

Управление элеронами как закрылками осуществляется гидравлически и будет подробно разобрано ниже.

Ножное управление.

Ножное управление может быть:

а/ тросовое

б/ жесткое

в/ смешанное

Простейшая схема тросового управления дана на рис. 193^а

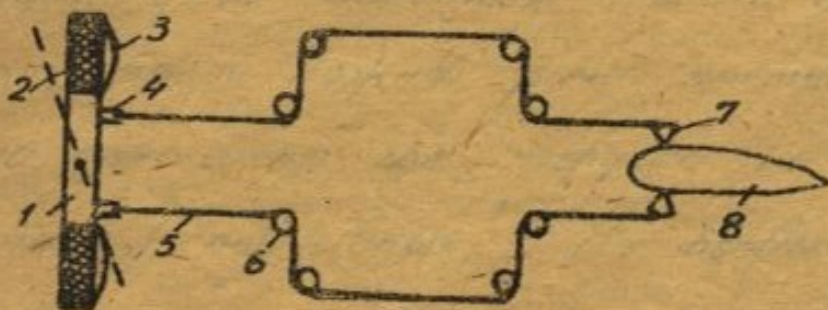


рис. 193^а

Простейшая схема жесткого управления —
на рис. 193^б

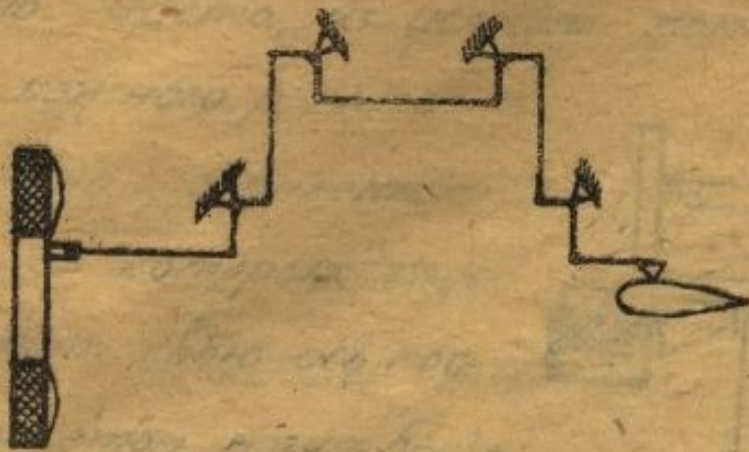


рис. 193^б

При проведении управления к рулю поворота, следует особо тщательно следить за исключением дифференциальности, ибо одинаковым отрезком пути левой и правой педали вперед должны соответствовать одинаковые углы отклонения руля влево и вправо. Это условие должно быть выдержано, как при максимальных, так и при любых промежуточных значениях углов.

Изображенный на рис. 193 ножной рычаг обладает существенным недостатком. При повороте рычага, нога пилота, ранее опиравшаяся на всю плоскость педали, будет уже опираться только на один угол ее. Поэтому, такой ножной рычаг применяется только на самолетах, где нагрузка на ногу сравнительно мала / спортивные/. На боевых машинах такая система не применяется.

Чтобы избежать этого недостатка, применяют

ножной рычаг с паралелограммом, изображен-
ный на рис. 194.

Довольно часто, из условий компоновки кабины,
вместо ножного рычага

применяют разделенные
педали, из которых каж-
дая имеет свою ось под-
веса. При этом могут быть:

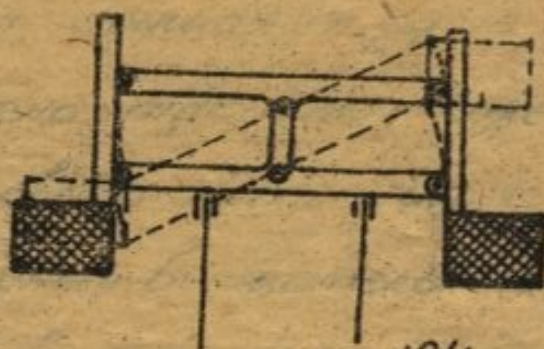


рис. 194

а) Педали с нижней подвеской /рис. 195/.

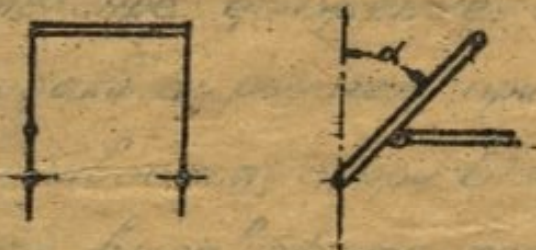


рис. 195

б) Педали с верхней подвеской /рис. 196/.

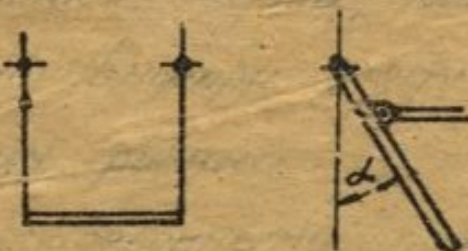


рис. 196

На фиг. 63^а показана конструкция педали нож-
ного управления с нижней подвеской. К швеллеру,
проходящему поперек кабины, приварен кронштейн,
состоящий из двух штек, между которыми нахо-
дится короткий отрезок трубы, вращающийся на

шарикоподшипниках вокруг оси [болта]. Снаружи к этому отрезку трубы приварен рычаг. В верхней части рычага расположена педаль, а к нижней крепится тяга, идущая к рулю поворота. Сама педаль устроена так, что может вращаться вокруг точки своего крепления к рычагу. В результате двойного вращательного движения: рычага вокруг своей оси и педали вокруг точки своего крепления, нога пилота совершает поступательное движение. Пружина, соединяющая носок педали с рычагом, при толкании педали вперед, натягивается, а при возвращении педали назад помогает выравнивать педаль. Конструкция предусматривает также регулирование педалей по росту пилота. Это достигается тем, что труба, на которой крепится педаль, может перемещаться в обе стороны внутри муфты, приваренной к верхнему концу рычага.

Связь между разделенными педалями осуществляется следующим образом. От педалей идут тяги

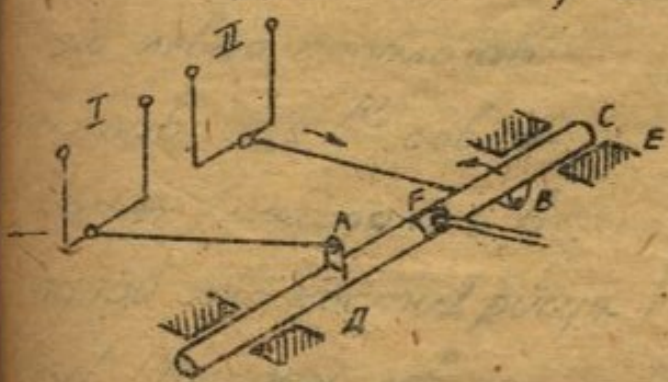


рис. 197

[рис. 197] к двум рычагам А и В, расположенным на трубе С, вращающейся в подшипни

ках Д и Е. На этой же трубе сидит третья рычаг F, от которого идет тяга к рулю поворота. Если педаль I толкнуть вперед, то труба С повернется и рычаг F потянет тягу, идущую к рулю. При этом педаль II пойдет назад, т.к. она связана тягой с рычагом В.

Таким образом, при нажатии одной педали вперед, другая идет назад.

Конструкция управления такого типа показана на фиг. 67. Здесь применены описанные выше педали с нижней подвеской. Тяги, идущие от нижних концов рычагов педалей, сообщают вращательное движение трубе, к которой сами крепятся шарнирно с помощью приваренных к ней рычагов, причем тяги образуют с рычагами тупые углы. От двух других рычагов приводится в движение замкнутая тросовая проводка, идущая к рулю поворота.

Следует остановиться на кинематике такой системы (рис. 198).

В исходном положении левая педаль "ав" и правая "а'б'" совпадают /находятся в одной плоскости (рисунку). Толкаем левую

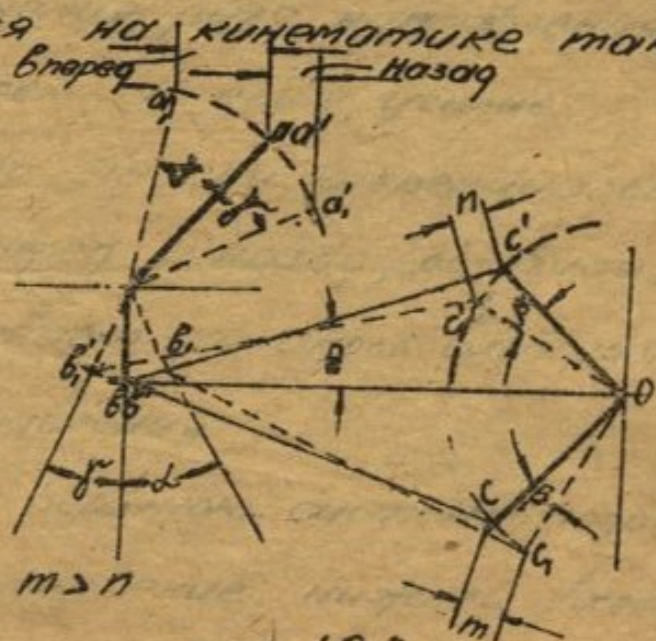


рис. 198

педаль вперед, поворачивая ее на угол α . Тяга BC пойдёт назад и займет положение $B'C'$. При этом рычаг CO повернется вместе с трубой O на некоторый угол β . Вместе с трубой на тот же угол повернется и рычаг OC' , связанный с тягой правой педали, и займет положение OC'' . Тяга $B'C'$ займет положение $B''C''$. Рычаг [педаль] $a'b'$ повернется в положение $a''b''$ на угол γ . Угол γ будет меньше угла α , т.к. благодаря тупым углам между тягами и рычагами, проекции пути точки C на направление тяги $B'C'$ [п] будет меньше проекции пути точки C на направление тяги BC [т]. Отсюда ясно, что нога, идущая назад, проходит меньший путь, чем нога, идущая вперед. Это удобно для пилота, т.к. посылать ногу вперед удобнее, чем назад. Нога, идущая вперед, совершает работу необходимую для отклонения руля направления и, чем больше ее путь, тем меньше усилие.

Следует отметить, что эта дифференциальность в отклонении педали вперед и назад, облегчая работу пилоту, не оказывает никакого влияния на отклонения рулей направления.

Сравнивая нижнюю и верхнюю системы подвески, надо отдать предпочтение нижней /хотя

исходя из удобства крепления может быть применена и та и другая, т.к. осуществляемый ею ход ноги „вперед-вниз“ более естественен для человека, чем ход „вперед-вверх“ при педали с верхней подвеской.

На фиг. 68 показана конструкция педали с верхней подвеской. На фиг. 69 - крепление этой педали к шпангоуту. Рычаг педали представляет собой раму, в нижней части которой крепится сама педаль на двух шарнирах. К раме крепится вспомогательная педаль, управляемая наском ноги. При нажатии на эту педаль, натягивается тяга, поворачивающая рычаг, укрепленный в верхней части рамы. Вторым концом рычага натягивается бугденовский трос, идущий к тормозу колеса.

Иногда при разделенных педалях нужно применить непосредственно тросовую проводку к рулю от самих педалей.

Если осуществить этот тип, как показано на рис. 199, т.е. осуществить связь между педалями через весь замкнутый контур проводки, то вся тросовая система

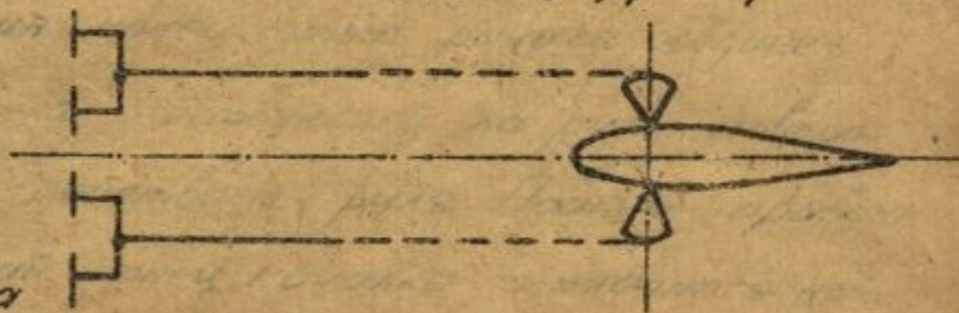


рис. 199

будет излишне нагружена сопротивлением второй ноги.

Для того, чтобы избежать излишнего нагружения основной проводки, соединяют педали короткой замкнутой цепью троса /рис. 200/.

По сравнению с рычагом, разделенные педали имеют то преимущество, что оставляют свободной среднюю часть кабины.

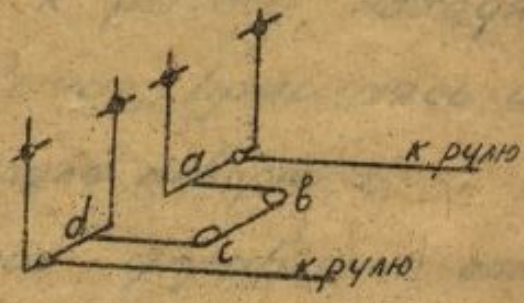


рис. 200

Разберем несколько схем ножного управления на самолете.

Управление рулем поворота на фиг. 63 осуществляется при помощи педалей с нижней подвеской.

От 4-х педалей идут тяги к качалке, вращающейся в вертикальной плоскости. Тяги идут попарно: от обеих правых педалей - к верхнему концу качалки, от обеих левых - к нижнему.

Концы качалки соединяются троссами, перекинутыми через ролики, с концами рычага, расположенного в стабилизаторе и вращающегося в горизонтальной плоскости. Один конец этого рычага соединен тягой, непосредственно действующей на руль поворота. Проследим за действием руля. Пошлем правую ногу вперед; верхний конец качалки отклонится на-

зад. Нижний тросс натянется. Левый конец рычага /если смотреть по направлению движения с-та/ пойдет вперед, правый назад. Руль отклонится вправо. Имеем правый разворот.

На фиг. 62 применен ножной рычаг с педалями. От него идут троссы к рычагу, находящемуся в стабилизаторе. Рычаг, вращаясь, отклоняет, с помощью тяги, руль поворота.

На фиг. 65 показано ножное управление самолета Potez-63. Вертикальное оперение этого самолета разнесено в виде двух концевых шайб на горизонтальном оперении.

В остальном система понятна из чертежи. Рассмотрим фиг. 65. Управление двойное. Ножное управление осуществляется с помощью ножных рычагов с параллелограммом. Рычаги связаны с секторами /с и d/. Через сектора перекинута троссы, идущие к хвостовому оперению. Концы троссов непосредственно крепятся к лонжерону руля поворота. Нажатая на левую педаль, мы натягиваем левый тросс, который отклонит руль поворота влево.

Управление оперением Рудлицкого.

На фиг. 70 показана схема управления Рудлицкого. Коленчатый рычаг с колонкой, расположенный в вертикальной плоскости, может вращаться вокруг осей $X-X$ и $Z-Z$. Вращение вокруг оси $X-X$ создается тягой, один конец которой шарнирно соединен с коленом рычага, а другой — с нижним концом ручки управления. Вращение вокруг оси $Z-Z$ осуществляется тягами, соединяющими концы коленчатого рычага с педалями. Колонка коленчатого рычага заканчивается траверзой, расположенной в горизонтальной плоскости; концы траверзы соединены с рулями при помощи тяг.

При отклонении ручки управления вперед [от пилота], тяга, действуя как шатун, поворачивает коленчатый рычаг вокруг оси $X-X$. При этом, тяги, идущие к педалям, не препятствуют повороту, т.к. концы тяг педалей лежат на оси вращения $X-X$. Поворот колонки вокруг оси $X-X$ отводит траверзу вперед [параллельно самой себе]. При этом обе тяги, идущие к рулям, натягиваются совершенно одинаково и оба руля отклоняются на одинаковый угол вниз. При движении ручки назад, рули отклоняются вверх. Таким образом обеспечивается управление рулями глубины.

Если пилот нажмет на левую педаль, тяга, связанная с этой педалью, повернет коленчатый рычаг вокруг вертикальной оси $Z-Z$. Другой конец коленчатого рычага потянет назад тягу правой педали. Колонка вместе с траверзой повернется вокруг оси $Z-Z$. Тяга левого руля пойдет вперед и, натягиваясь, опустит левый руль на угол β . Тяга правого руля пойдет назад и поднимет правый руль на такой же угол β . Такое движение рулей Рудлицкого создает эффект, аналогичный отклонению влево руля направления, ибо обеспечивает левый разворот самолета.

В самом деле, на рис. 201, изображающего вид на оперение Рудлицкого сзади, ясно, что составляющие T сил R , действующих на рули, будут заносить хвост самолета направо, т.е. создавать левый разворот самолета. [Получающийся при этом правый крен от сил R должен погашаться элеронами]

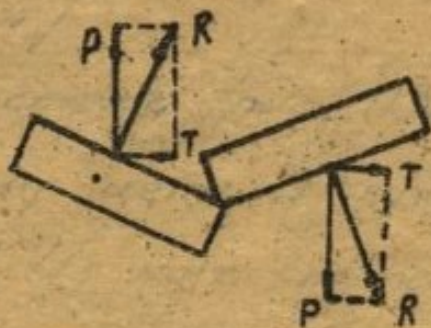


рис. 201

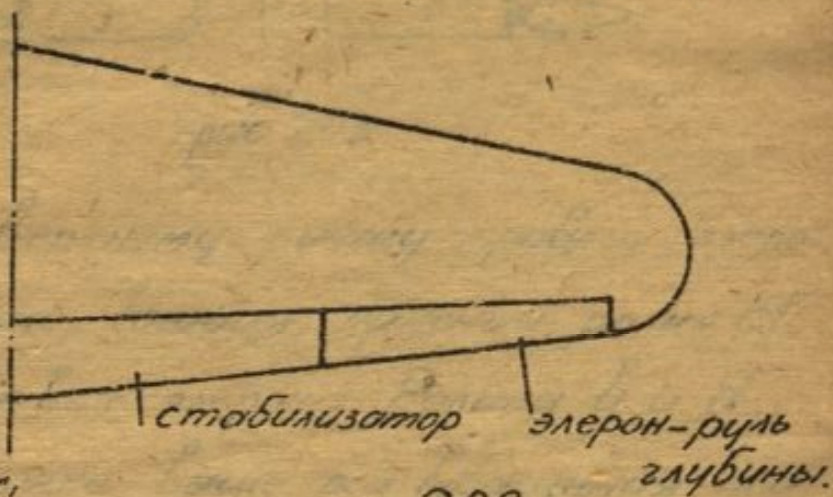
На фиг. 71 показано конструктивное оформление колонки управления Рудлицкого.

Система управления бесхвостых самолетов.

Способы управления бесхвостыми самолетами чрезвычайно разнообразны.

Остановимся здесь лишь на наиболее распространенной системе, когда элероны служат также рулями глубины [рис. 202]. В последнем случае они должны отклоняться оба в одну сторону (вверх или вниз).

Рассмотрим две системы управления такими рулями-элеронами.



1. Троссовая [планер "Осовец ХАИ"]

рис. 202

2. Жесткая [самолет "Толэн"]

Рассмотрим троссовую систему [рис. 203].

В точке А, к правому концу цепи А, присоединяются два тросса 2 и 4. Из них: тросс 2 огибает верхний ролик [В] и крепится к верхнему рычагу левого элерона; тросс 4, огибая нижний ролик [С], идет к нижнему рычагу правого элерона.

К левому концу цепи, в точке В, присоединяются также два тросса: тросс 1, идущий [огибая

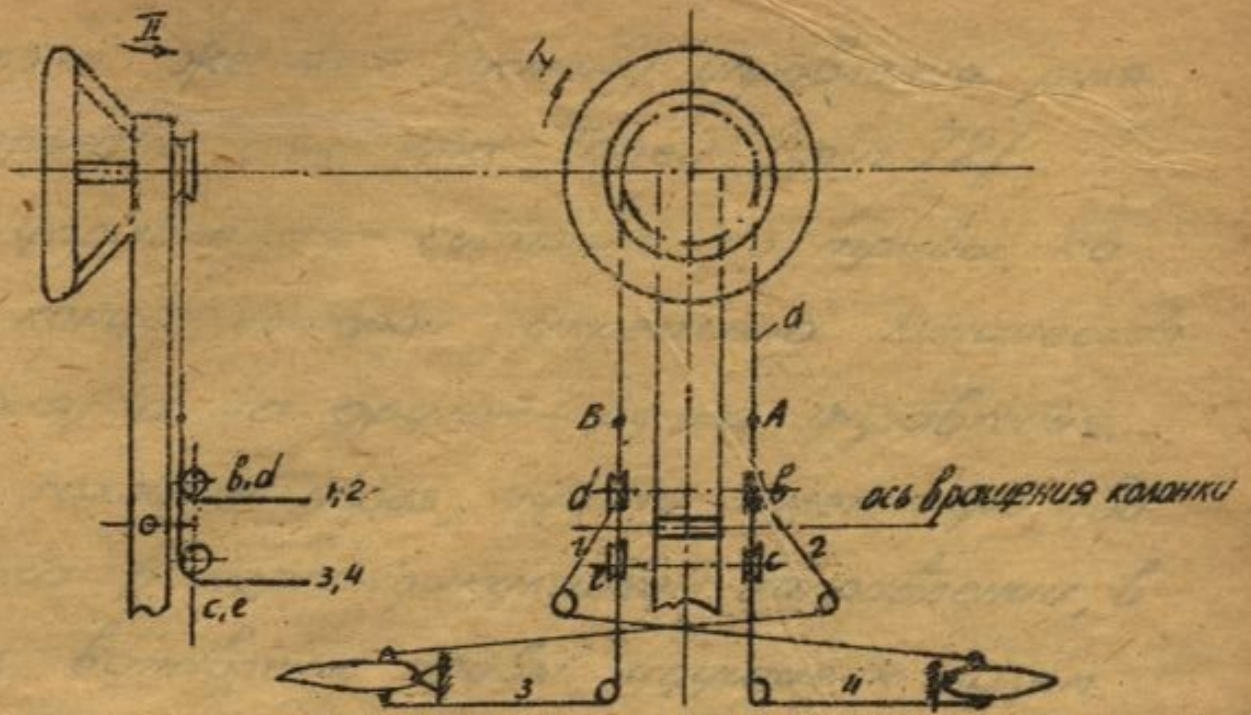


рис. 203

Верхний ролик *d* / к верхнему рычагу правого элерона, и трос 3, идущий /огивая нижний ролик *e*/ к нижнему рычагу левого элерона. Ролики *B* и *d* смонтированы на колонке выше оси вращения последней. Ролики *C* и *e* смонтированы также на колонке, но ниже оси вращения. При повороте штурвала по стрелке *I* /направо/, будут натягиваться тросы 1 и 3 /тросы 2 и 4 будут ослабевать/. При этом правый элерон отклонится вверх, а левый вниз, т.е. будет иметь место правый крен. При отклонении колонки по стрелке *II* /от пилота/ будут натягиваться тросы 3,4 /тросы 1,2 будут ослабевать/. При этом, рули отклонятся вниз. Самолет пойдет вниз.

Рассмотрим жесткую систему управления руля-элеронами самолета "Топен" [фиг. 72].

Узел управления состоит из трубы, на одном конце которой укреплено коническая шестерня, а на другом - ручка управления.

Труба проходит через муфту, имеющую два отростка в перпендикулярном направлении, в которые вставлены трубы, идущие к рулям.

На этих трубах сидят секторы конических шестерен, находящиеся в зацеплении с основной шестерней. При отклонении ручки вправо, шестерня повернется по часовой стрелке, правый сектор, повернувшись, опустится вниз, левый поднимется вверх. Трубы повернутся в разные стороны, что и требуется для управления элеронами. При отклонении ручки вперед, основная шестерня будет опускаться вниз и увлечет за собой, находящиеся с ней в зацеплении, секторы; трубы повернутся в одну сторону. Это будет соответствовать действию рулей глубины.

Регулирование стабилизатора.

Балансирования самолета на различных режимах полета можно достигнуть либо регулированием стабилизатора, либо управлением триммерами.

Типовая конструкция подъемника стабилизатора дана на фиг. 73.

Подъемник состоит из винта с квадратной нарезкой, ввернутого в гайку-барабан. На барабане намотан трос, идущий к штурвалу, смонтированному на борту кабины или на кресле пилота.

(Описание такого штурвала дано ниже).

При поворачивании штурвала, трос вращает барабан. Винт, при этом, поднимается или опускается, поворачивая, таким образом, рычаг трубы, укрепленной на одном из концевых шпангоутов фюзеляжа. Другой конец рычага связан с серьгой, передающей движение переднему лонжерону стабилизатора. Задний лонжерон шарнирно связан с другим шпангоутом фюзеляжа.

При опускании, например, винта, серьга поднимает передний лонжерон стабилизатора. При этом, последний поворачивается вокруг шарниров крепления заднего лонжерона. Угол атаки стабилизатора увеличивается.

Механизм управления триммерами.

На фиг. 74 дана конструкция механизма управления триммером. Вращая штурвал управления, мы через карданный валик приводим во вращение барабанчик, на который намотан тросс, идущий к другому барабанчику, расположенному у триммера [фиг. 29]. При вращении этого барабанчика, в него ввинчивается винт, связанный с тягой, идущей к триммеру.^{x)}

Сзади, барабанчик [фиг. 74] оканчивается винтом, который, вращаясь, перемещает поступательно гайку; гайка натягивает троссик, идущий к прибору, показывающему углы отклонения триммера.

На рис. 204 показана конструкция крепления двух штурвалов на оси, смонтированной между креслом пилота и бортом кабины. Здесь:

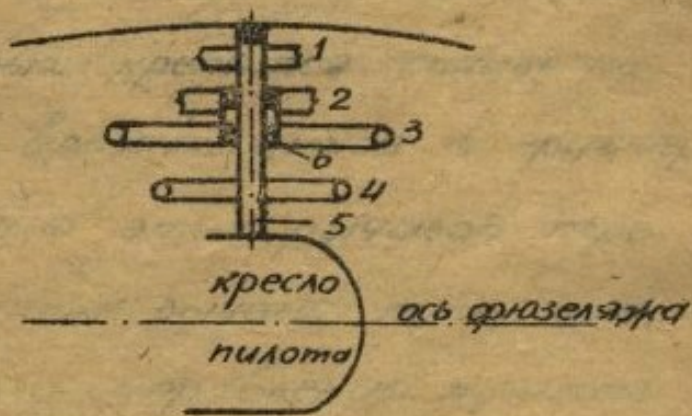


рис. 204

1. Барабанчик триммера руля направления,
2. Барабанчик триммера руля глубины,
3. Штурвал управления триммером руля глубины,
4. " " " " направления

x) Конструкция, изображенная на фиг. 29, подробно разобрана выше в разделе "Элероны" - вып. III.

5. Опорная труба,

в. Втулка барабана и штурвала триммера
руля глубины, вращающаяся на шарикопод-
шипнике на опорной трубе.

Рассмотрим схемы управления триммерами.

На фиг. 60 триммеры руля глубины управляют-
ся от штурвала /Ж/, находящегося справа от пи-
лота. От барабанчика, соединенного со штурвалом,
идут троссы к другому барабанчику /Д/, находяще-
муся у хвостового оперения. Барабанчик, поворачи-
ваясь, ввинчивает вертикальный винт /Н/, с кото-
рым связана тяга /К/, поворачивающая угольник /В/,
расположенный в вертикальной плоскости, перпен-
дикулярной продольной оси самолета.

Угольник передвигает вправо или влево две тяги
/Т и Т'/, к концам которых крепятся концы ко-
ленчатых рычагов /П и П'/, вращающихся вокруг вер-
тикальной оси. Другие концы этих рычагов пере-
мещают тяги /Р/, идущие к рычагам триммеров.

На фиг. 62 показана схема управления тримме-
рами без барабанчиков с винтом у триммеров.

От барабанчика, связанного со штурвалом, идут
троссы к качалке, приваренной к трубе, вращающей-
ся вокруг горизонтальной оси. От концов трубы идут
тяги к триммерам.*

* При такой системе управления триммерами /без самоторно-
го винта/, последние могут способствовать возникновению флаттера
оперения - см. раздел "Элероны" - вып. III.

На фиг. 63, справа от пилота, находятся два штурвала с двумя барабанчиками. Барабанчик, расположенный ближе к пилоту, относится к системе управления триммерами на рулях глубины. Троссы от него идут к барабанчику, расположенному в стабилизаторе, и вращающемуся вокруг поперечной оси.

При вращении барабанчика, в нем поступательно перемещается винт. Оба конца винта шарнирно связаны с тягами, идущими к угольникам. Другие концы угольников связаны с тягами, идущими к триммерам.

От барабанчика, расположенного ближе к борту кабины, троссы идут к барабанчику, расположенному в киле. При вращении последнего, поступательное движение, входящее в него винта, перемещает тягу, связанную с триммером на вертикальном оперении.

Управление элеронами-закрылками.

При конструировании управления элеронов-закрылков, основное требование заключается в том, чтобы обеспечить абсолютно независимое управление элеронами, как таковыми, и элеронами-закрылками. Наиболее простая конструкция дана на фиг. 75. Такие механизмы находятся в каждом полукрыле; от них идут в кабину по две тяги: одна к управлению закрыл-

ками, другая - к управлению элеронами. В этом заключается недостаток такой конструкции, ибо в более совершенных конструкциях механизм управления сосредоточен в одном агрегате в кабине пилота.

Устройство механизма ясно из чертежа. Принцип действия заключается в следующем: пилот, беря ручку вбок, натягивает одну тягу /одновременно толкая другую, идущую ко второму механизму/, поворачивающую угольник, от которого идет тяга непосредственно к элерону. Этот угольник вращается на оси, проходящей через конец второго угольника /коленчатого рычага/, к верхнему концу которого крепится тяга управления закрылком. Если натянуть тягу управления закрылками, коленчатый рычаг, повернувшись, поднимет первый угольник и натянет, тем самым, тягу, идущую к элерону-закрылку. Так как одновременно натягиваются обе тяги, то оба элерона-закрылка при этом отклоняются вниз, т.е. работают как закрылки.

Управление элеронами-закрылками, как элеронами и как закрылками, - независимо одно от другого.

Достоинством такой конструкции является ее сравнительная простота.

Механическая система управления элеронами-закрылками. /фиг. 75/

Внутри корпуса снизу находится барабанчик, который приводится во вращение троссами, идущими от штурвала управления закрылками. Барабанчик наглухо одет на вертикальный валик [2], имеющий в средней части правую резьбу, на которую одета гайка [1] со штиртом. В верхней части на валик одета коническая шестерня, находящаяся в зацеплении с двумя другими шестернями, приводящими во вращение два горизонтальных валика с внутренней нарезкой. В эти валики ввинчиваются вилки, связанные с траверсами. К верхним концам траверс, связанным между собой распорной трубой, подходят троссы управления элеронами от ручки пилота. От нижних концов траверс идут тяги к элеронам-закрылкам. Дадим барабанчику вращательное движение так, чтобы он, при виде сверху, вращался против часовой стрелки и проследим передачу движения к элеронам-закрылкам. Шестерня, сидящая на конце вертикального валика, приведет в движение две другие. Концы вилок, идущих к траверсам управления элеронами-закрылками, будут ввинчиваться. Траверсы повернутся вокруг болтов крепления распорной трубы и обе тяги, идущие к элеронам, натя-

нутя. Оба элерона отклоняются вниз, т.е. будут работать как закрылки. Управление элеронами осуществляется троссами, идущими от ручки пилота. При натяжении этих троссов, траверсы поворачиваются обе в одну сторону вокруг болтов крепления вилки. Например, если пилот отклонит ручку влево, натянется правый трос. Верхние концы траверс пойдут направо, нижние - налево. Тяга, идущая к правому элерону, натянется [элерон отклонится вниз]; тяга, идущая к левому элерону, отклонит его вверх. Система обеспечивает совершенно независимое управление элеронами-закрылками, как элеронами и как закрылками.

При вращении винта [2], наряду с отклонением элеронов-закрылков, отклоняются и щитки или закрылки, расположенные на корневой части крыла между элеронами.

При правом вращении винта гайка [1] со штифтом будет двигаться вниз. Штифт потянет за собой концы плеч угольников управления закрылками, вращающихся вокруг осей, укрепленных на неподвижных кронштейнах, смонтированных на картере. Обе тяги, идущие к закрылкам, натянутся. Закрылки опустятся.

Так как штифт гайки [1] перемещается посту-

пательно, а, связанное с ним плечо угольника - по дуге, то для обеспечения возможности свободного поворота угольником, необходимо в местах сочленения их со штифтом сделать прорезы, как показано на рис. 205. Иначе, весь механизм будет заклинен.

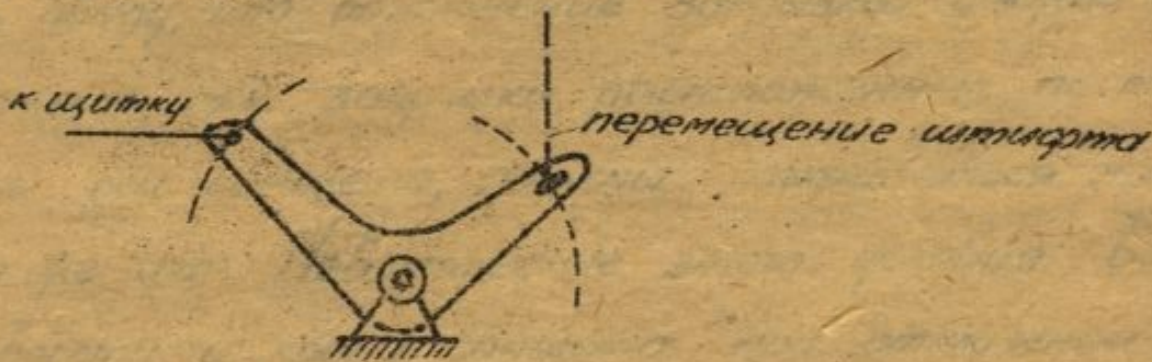


рис. 205

Гидравлические системы управления элеронами-закрылками.

На фиг. 66 показана гидравлическая система управления элеронами-закрылками. При управлении элеронами, весь цилиндр качается на кронштейнах Ц. При впуске масла в цилиндр, поршни раздвигаются и элероны, опускаясь, работают как закрылки. Другой пример гидравлической системы управления элеронами-закрылками (фиг. 30) был разобран в разделе "Механизация крыла" - вып III.

Синхронизация отклонения закрылков при гидравлической системе управления.

Остановимся кратко на методах обеспечения синхронизации при гидравлических системах управления закрылками.

При осуществлении системы управления следует иметь ввиду, что отклонение закрылков должно быть синхронным, т.е. закрылки, расположенные по обе стороны оси самолета, должны открываться на один и тот же угол. Невыполнение этого условия ведет к развороту и крену самолета при отклонении закрылков, что совершенно недопустимо.

Синхронность отклонения закрылков при гидравлической системе управления может быть достигнута:

1. Правильной подачей масла в цилиндр в системах с двумя поршнями.
2. Соответствующей передачей сдвига от поршня к тягам управления в системах с одним поршнем.

Наиболее простая система подачи масла, изображена на рис. 20б. Однако, она не обеспечивает синхронности работы, т.к. поршни могут проходить не одинаковые пути. Мы не можем обеспечить абсо-

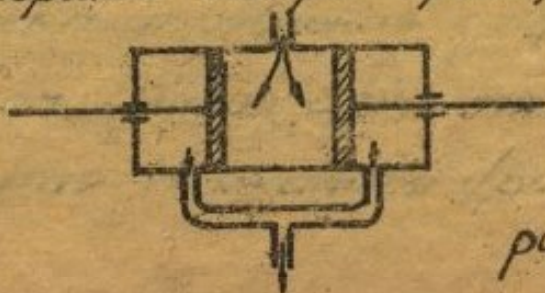


рис. 20б

относительно одинакового сопротивления открывания обоих закрылков. Возможно небольшое "заедание" одного из них, возможна и не одинаковая аэродинамическая нагрузка; тогда поршень, встречающий меньшее сопротивление пройдет больший путь; один закрылок опустится больше другого.

Поэтому, в системах с двумя поршнями следует осуществлять подачу масла так, как это показано на фиг. 47, 30 и 66 (управление элеронами-закрылками).

При такой системе подачи масла, во второй цилиндр попадет столько масла, сколько будет выжато поршнем из первого цилиндра. (см. рис. 207)

Таким образом, перемещения обоих поршней, а следовательно, и отклонение обоих закрылков будут одинаковыми.

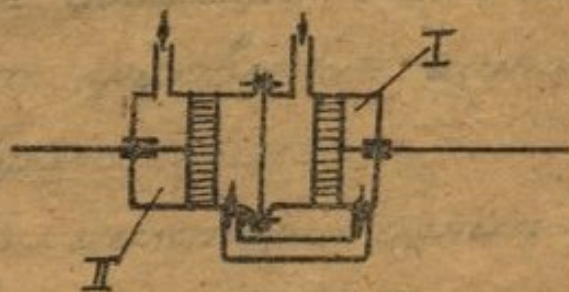


рис. 207

Подробно такая система была подробно описана при рассмотрении фиг. 30 в разделе "Механизация крыла".

Наиболее проста и наилучшим образом гарантирует синхронность система управления с одним поршнем. Однако, при этом: либо одна тяга будет натягиваться, другая толкаться (рис. 208),

что не всегда удобно для передачи движения от тяги к закрылкам, либо надо вводить передачу

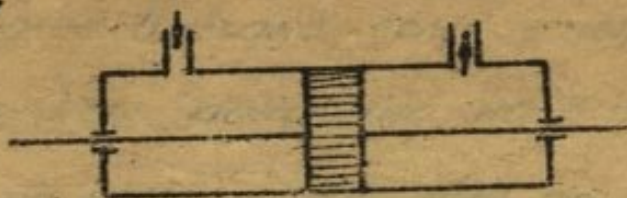


рис. 208

от штока поршня, которая заставляла бы обе тяги перемещаться навстречу друг другу.

Такая передача, например, успешно применена на самолете Анрио 220 [фиг. 77]. Как видим, одна из тяг, идущих от цилиндра, сохраняет направление движения поршня; конец другой тяги заканчивается рейкой. Соответствующий конец штока поршня также заканчивается рейкой. Движение от штока тяге передается через шестерню; при этом направление движения меняется на обратное. [Вся система управления щитками Анрио 220 будет разобрана ниже.]

Успешно применен также цилиндр с одним поршнем на схеме управления щитками, показанной на фиг. 62, где единственный шток поршня связан с замкнутой цепью троса.

На фиг. 63 и 66 щитки управляются также от цилиндра с одним поршнем, причем движение от поршня к тягам передается через четырехзвенник.

Работа такого четырехзвенника показана на

рис. 209. Очевидно, что более выгодно, если четырехзвенник работает так, как показано на рис.

209-а, ибо при этом, по мере движения поршня,

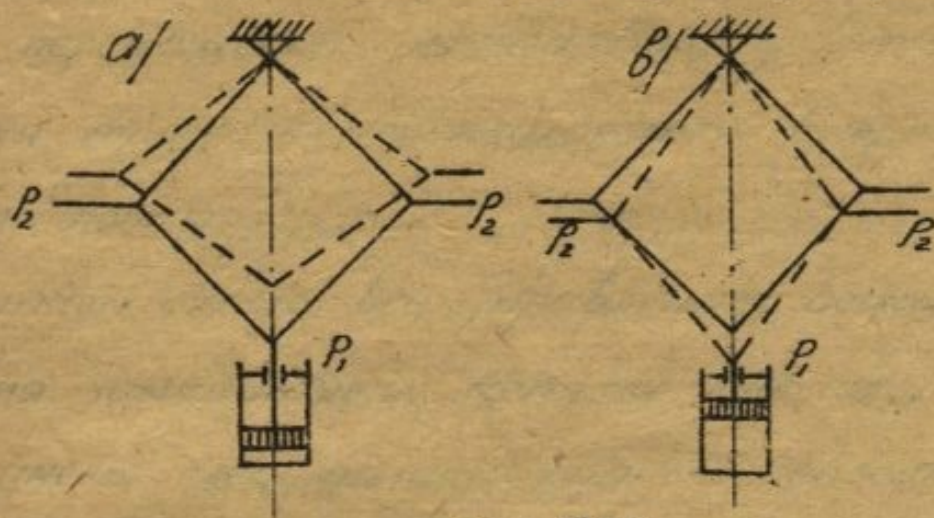


рис. 209

отношение усилия в тягах P_2 к усилию, создаваемому поршнем P_1 (P_2/P_1), растет. Недостатком такой системы является то, что тяги, идущие к щиткам, работают на сжатие [от сил P_2].

Схема, показанная на рис. 209-б, в силовом отношении не выгодна, но тяги в ней нагружены на растяжение.

Системы управления щитками - закрылками.

Разберем несколько схем управления закрылками.

На фиг. 38 показана система тросового управления щитками типа ЦАП самолета КАМ-1. Конструкция самого щитка показана на фиг. 39.

При перемещении рычага управления щитками на-

309 /на пилота/, тросс тянет назад каретки /показанные на схеме управления треугольниками/ и открывает щитки.

При перемещении рычага вперед /от пилота/, каретки троссом перемещаются вперед и щитки закрываются.

В этой схеме все управление осуществляется двумя замкнутыми цепями тросса. Такая система имеет следующие крупные недостатки:

1. В случае обрыва одного из троссов все щитки одного полукрыла выбывают из строя

2. Все каретки имеют одинаковые перемещения, в связи с чем, такая система для щитков на сильно конусном крыле не применима.

Второй вариант системы управления щитками самолета КАИ-1, показанный на фиг. 80, осуществлен в виде четырех замкнутых цепей троссов /по две на каждое полукрыло/. В связи с этим первый недостаток предыдущей системы исключается. Однако, перемещение всех кареток и здесь остается одинаковым.

На фиг. 62 показана модификация этих систем. Система управления состоит из нескольких цепей тросса, замкнутых на барабанчиках, и приводится в движение гидравлически.

Средняя цепь соединения со штоком поршня вращает первую пару барабанчиков /считая от оси самолета/. От этих барабанчиков идут по две ветви тросов: одна связанная с первой кареткой щитка и другая - передающая движение на второй барабанчик. От второго барабанчика также идут две ветви тросов: ко второй каретке и к третьему барабанчику. От третьего барабанчика идет одна цепь к третьей каретке.

Рассматриваемая система лишена недостатков выше разобранных схем, ибо:

1. Только обрыв средней цепи троса может вывести всю систему из строя /случай мало вероятный в связи с малой длиной этой цепи/.

2. Делая барабанчики ступенчатыми, можно ввести любое передаточное число в перемещения кареток.

Недостатком такой системы является некоторый весовой проигрыш.

На фиг. 63 представлена гидравлическая система управления щитками. Механизм открывания щитков - типа Дуглас приводится в движение от шарнирного четырехзвенника, связанного с поршнем масляного цилиндра.

Так как тяга 2 /рис. 210/ имеет возможность

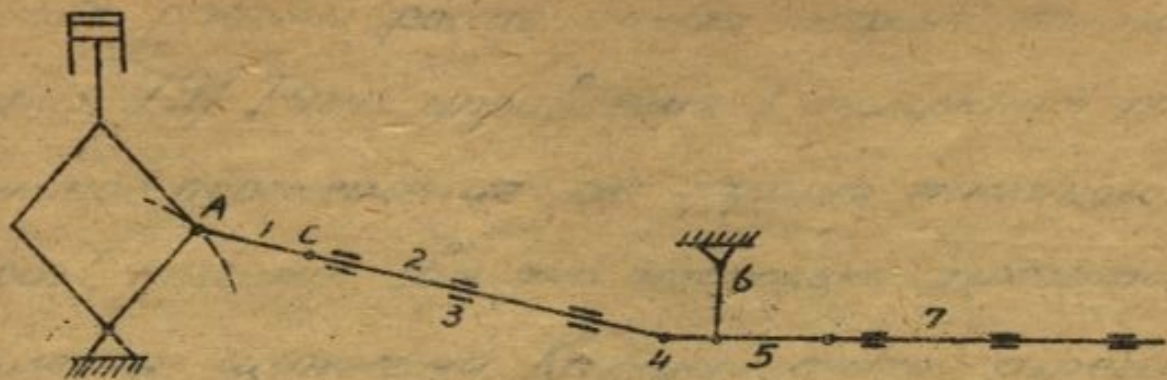


рис. 210

только поступательного движения в подшипниках 3, а точка A перемещается по дуге радиуса АВ, то между точкой А и концом тяги С должно быть поставлено звено 1, шарнирно связанное с тягой 2 и четырехзвенником.

Шарнирное звено необходимо также в месте сочленения тяги 2, расположенной в центроплане, с тягой 7, расположенной в открылке, т.к. их пути не совпадают. На схеме поставлено два звена /4и5/, соединенных с маятником в.

В системе, показанной на фиг. вв, также один поршень, через четырехзвенник, передает движение обоим щиткам. Тяги, соединяющие четырехзвенник с механизмом управления на щитках, поддерживаются маятниками, не показанными на схеме.

Щитки отклоняются системой „ножницы“ - см. рис. 145 в разделе „Механизация крыла“ - вып. III. На фиг. 77 и 78 изображена схема управления щитками самолета Анрио-220. Щитки расположены по всему размаху крыла /элерон расцепляется.

Принцип работы расщепленного элерона показан на фиг. 79. Тяги управления T получают поступательное перемещение от поршня масляного цилиндра. С тягами связано несколько агрегатов управления щитками. Каждый такой агрегат состоит из картера, находящейся внутри него, шестерни, и, связанных с ней, двух перпендикулярных реек. Концы одной из реек переходят в тяги управления T ; конец другой рейки переходит в тягу t , связанную со щитком.

Картер подвешен в подшипниках ^{x/} к крылу /или элерону/. При перемещении тяги T , шестерня поворачивается и создает поступательное перемещение рейке на тяге.

Перемещение последней назад /считая по полету самолета/ соответствует, как бы, удлинению тяги t /увеличение расстояния между осью трубы T и точкой крепления тяги t на щитке/. Следствием такого движения является открывание щитков.

При обратном перемещении трубы T , направления вращения шестерни, а следовательно, и направления движения тяги t , будет обратным. Щиток закроется. Щитки расположены по всему размаху крыла.

^{x/} Подшипники на рис. не показаны.

Ось вращения элерона совпадает с осью тяги T .
На фиг. 65^а представлена пневматическая система управления щитками-закрылками Potez-63. Баллон B , наполненный сжатым воздухом (давление около 20 атм), обеспечивает опускание щитков.

Распределитель D управляется пилотом.

Поднятие щитков происходит следующим образом: при перемещении рычага L от пилота, трубопровод T_1 отсоединяется, а трубопровод T_2 сообщается с атмосферой через распределитель D .

При этих условиях, верхняя часть подъемника U также сообщается с атмосферой трубопроводом T_2 .

Под давлением воздуха в аккумуляторе A и аэродинамических сил, щиток поднимается.

Когда рычаг L взят "на себя", трубопроводы T_1 и T_2 сообщаются. Воздух под давлением в 20 атм. падает в верхнюю часть подъемника U и щитки опускаются. Воздух из нижней полости подъемника U переходит в аккумулятор A , повышает в нем давление, создавая, тем самым, запас энергии, необходимый для поднятия щитков. Давление воздуха в аккумуляторе A равно 8 атм. (когда щитки находятся в поднятом положении). Так как давление в аккумуляторе всегда меньше, чем давление в Бал-

лоне /В/, опускание щитков происходит без затруднений.

В- тросе, приводящий в движение индикатор щитков /указатель углов отклонения щитков/. Стрелка указателя смонтирована на распределителе.

Схемы комбинированного управления.

В целях экономии веса и удобства эксплуатации, выгодно сосредоточить энергооборудование самолета в одном агрегате. Так например, система управления: щитками, подъемом шасси и костыля, дверками бомбовых люков, заслонками капотов, поворотом турели и т.д., могут приводиться в действие от одного агрегата - масляной помпы, баллона со сжатым воздухом, электромотора и т.д.

Система управления Мессье.

Пример такой комбинированной системы представляет управление щитками и подъемом шасси и костыля на самолете Кодрон В40 /система управления фирмы Мессье/. Схема представлена на фиг. 8.

Наименования агрегатов системы даны на чертеже.

Рассмотрим действие системы.

1. Управление щитками /клапанами/

а. Опускание щитков.

Пилот включает помпу 10 /конусное включение/. Тогда масло всасывается помпой из резервуара 11 через обратный клапан 5/ и подается в распределитель щитков 9.

Клапаны А и В распределителя управляются пилотом. Рычаг, управляющий этими клапанами /на чертеже не показан/, имеет три положения: 1/ клапан А распределителя закрыт, клапан В открыт. 2/ клапан А открыт, клапан В закрыт и 3/ оба клапана закрыты.

Опускание щитков соответствует первое положение ручки. Тогда масло из распределителя подается в левую полость цилиндра и опускает щиток.

/Для обеспечения плавного открывания щитков служит клапан 7 с калиброванным отверстием.

Так как необходимо также обеспечить быстрое закрывание щитков, клапан 7, при обратном движении масла, открывается. Схема такого клапана показана на рис. 21/.

Из правой полости подъемника масло переходит в аккумулятор 14, создавая, тем самым, запас

х/Щитки-закрывки называют также клапанами крыла

энергии для поднятия щитков.

Если щитки полностью открыты - помпа может быть выключена. Закрывание клапана А и С /обратный клапан/ рас-

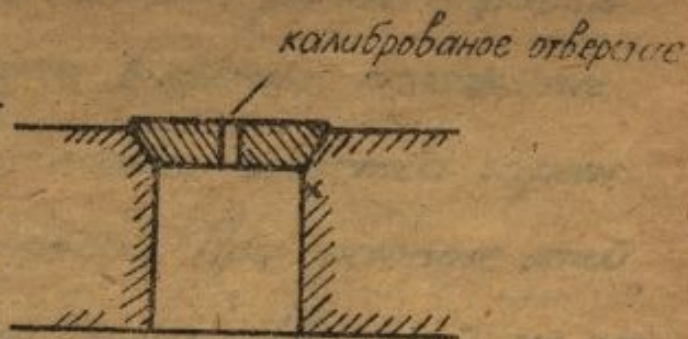


рис. 211

пределителя 9 создадут гидравлический замок, препятствующий подъему щитка.

Итак, для опускания щитка, пилоту необходимо сделать три движения, включить помпу, поставить рычаг управления клапанами распределителя в первое положение и выключить помпу.

В корпусе помпы имеется редукционный клапан, сбрасывающий излишки масла в резервуар II, как только давление подающей магистрали превысит 150 атм

В/ Поднятие щитков.

Для подъема щитков пилоту необходимо сделать только одно движение: поставить рычаг управления клапанами распределителя во второе положение. Тогда масло из левой полости подъемника, через клапан А, устремляется назад в резервуар.

Воздушная нагрузка на щитки и давление в аккумуляторе 14 [до 40 атм] обеспечивают закрывание щитков.

С/ Для фиксирования щитка в любом промежуточ-

ном положении достаточно поставить рычаг управления клапанами распределителя в третье положение. На случай отказа моторной помпы - имеется гарантийная система с ручной помпой. При работе этой помпы, масло по обратной магистрали /ведущей из распределителей в резервуар/ и, присоединенной к ней, дополнительной магистрали, засасывается помпой 16 и подается ей к распределителю по второй дополнительной магистрали.

2. Управление подъемом шасси.

Управление подъемом и опусканием шасси осуществляется рычагом, связанным с клапанами распределителя 8. Этот рычаг имеет два положения: 1/ клапан А закрыт, клапан В открыт и 2/ клапан А открыт, клапан В закрыт.

а/ Подъем шасси.

Помпой 10 масло подается в распределитель 8 и оттуда в верхние /по чертежу/ полости подъемников. /Всего четыре подъемника - по два на каждую половину шасси/. Одновременно масло нажимает на поршни гидравлических замков 4. Поршень замка, опускаясь вниз, нажимает на клапан и открывает его, обеспечивая, тем самым, свободный выход масла из нижней полости подъемника к аккумулятору 12 и 13. В поднятом положении шасси х/ Подъемники на схеме перевернуты - см. фото шасси Коэрон 640 в разделе "Шасси" - вып. IV.

удерживается маслом; гидравлический замок осуществляется закрытыми клапанами А и С в распределителе 8. / Клапан второго гидравлического замка 4 давлением воздуха в аккумуляторе удерживается открытым.

Для подъема шасси, также как и для опускания шасси, требуется три движения:

Включить помпу, поставить рычаг управления клапанами распределителя 8 в первое положение и включить помпу.

В/ Опускание шасси.

Опускание происходит под действием силы веса шасси и давления воздуха в аккумуляторах. Для обеспечения опускания шасси, пилоту необходимо сделать одно движение: поставить рычаг управления клапанами распределителя 8 во второе положение. Воздух из аккумулятора поступает в нижнюю полость подъемника. На пути, минуя замок 4, он возвращает поршень замка в исходное положение / клапан при этом удерживается открытым. В опущенном положении шасси фиксируется гидравлическим замком 4, ибо, при первой попытке поршня подъемника пойти вниз / что соответствует складыванию шасси, давление масла закрывает клапан замка 4.

Управление подъемом и опусканием костыля ана-

логично таковому для шасси.

На фиг. 81 не показана гарантийная система опускания шасси на случай, если трубопровод или аккумулятор окажутся поврежденными.

Такой гарантийный выпуск предусматривается принудительным от помпы. Гарантийный трубопровод включается в подающую магистраль перед распределителем и подходит к нижним полостям подъемников. Нормально этот трубопровод закрыт запломбированным краном.

Очевидно, что установив еще один распределитель, можно получить возможность управления еще одним агрегатом на самолете от той же системы.

Аналогичная система управления щитками и подъемом шасси установлена фирмой Мессье на самолете Potes-63 и на ряде других самолетов.

Гидравлический подъем шасси с замком.

Пример другой системы комбинированного управления показан на фиг. 82. На фиг. 83 более подробно разработан один из агрегатов этой системы.

Гидравлическая система состоит из моторной помпы, ручного насоса, клапана управления - для изменения направления подачи масла - и гидравлических

подъемников. В систему подачи от моторной помпы включен редукционный клапан.

Рассмотрим особо устройство клапана управления и работу подъемников шасси с замком.

1. Клапан управления /фиг. 84/

Клапан управления состоит из электронного корпуса, снабженного двумя вертикальными каналами перекрываемые каждый двумя шариками. Управление каждой парой шариков осуществляется посредством дистанционных стержней и пружин с помощью кулачков, посаженных на ось рычага управления под прямым углом друг к другу.

Масло под давлением поступает из насоса через два штуцера 4 в нижнюю полость клапана.

Два вертикальных канала сообщаются между собой. В положении, указанном на фиг. 84, левый нижний шарик прижат к своему седлу и доступ масла в верхнюю полость прегражден. Правый нижний шарик отжат кулачком и масло поступает в вертикальный канал, но в верхнюю полость клапана оно попасть не может, т.к. в это время верхний правый шарик прижат к седлу. Масло устремляется через штуцеры 3 к подъемникам шасси /шасси убирается/. Масло, находящееся по другую сторону поршней подъемников, имеет свобод-

ный доступ к резервуару через клапан, т.к. Верхний левый шарик отжмат и трубопроводы, соединенные со штуцерами 2, сообщаются с верхней полостью клапана и через штуцер 1 с трубопроводом, идущим к резервуару.

При повороте рычага управления на 90° /против часовой стрелки/ левый кулачок отжимает левые шарики. При этом штуцеры 2 оказываются сообщенными с подающей магистралью и разобщенными со штуцером 1. Тогда масло под давлением поступает в штуцеры 2. Правый клапан в это время закрывает нижним шариком доступ масла из подающей магистрали к штуцерам 3, и сообщает эти штуцеры с верхней полостью и штуцером 1. [шасси выкладывается].

Подъемник шасси с замком /рис. 83 и рис. 212/.

Около цилиндра подъемника V расположен маленький цилиндрик N. Шток поршня этого цилиндрика заканчивается механическим замком, замыкающим шасси в выложенном положении. Поршень замка при этом находится в положении 1. Поднятому положению шасси соответствует положение 2 поршня замка.

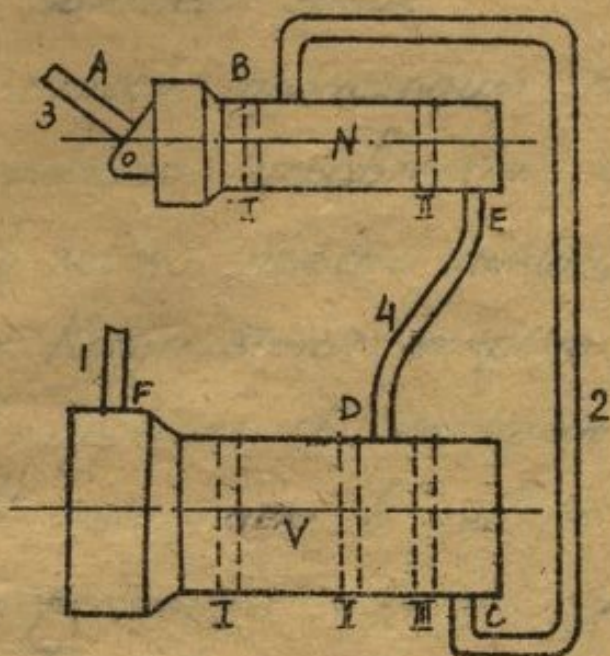


рис. 212

При выкладывании шасси, масло из клапана управления по трубопроводу 1 поступает в штыцер F подъемника. Поршень подъемника, перемещаясь из положения I в положение III, выкладывает шасси. Правая полость подъемника в это время через трубопровод 2, левую полость цилиндра N и трубопровод 3 сообщена с резервуаром масла [через клапан управления].

Пока поршень подъемника перемещается из положения I в положение II давление в правой полости цилиндра N также низкое. Как только поршень выйдет из положения III [шасси полностью выложено], давление масла через трубопровод 4 передается в правую полость цилиндра N.

Поршень, переместившись из положения II в положение I, закроет замок.

Убирание шасси происходит следующим образом: масло от клапана управления подается по трубопроводу 3 в левую полость цилиндра N и открывает замок. Когда замок открыт поршень из положения I перешел в положение II, масло по трубопроводу 4 поступает в правую полость подъемника V и, перемещая поршень из положения III в положение I, убирает шасси. Левая полость подъемника в это время через трубопровод 1 сообщена с резервуаром масла.

Подъемников два - по одному на каждую ногу шасси.

Система Dowty управления подъемом шасси и закрылками [фиг. 85].

Моторная помпа работает все время, непрерывно подавая масло под давлением к автоматически включаемому клапану давления А, который нормально позволяет маслу свободно протекать влево через фильтр обратно в бак. Таким образом, когда летчик не пользуется гидравлическим управлением, масляная помпа работает вхолостую, так как во всей системе маслопровода высокого

давления нет.

При управлении подъемом или выкладыванием шасси, летчик поворачивает рычаг управления из нейтрального положения влево. Коробка управления связана дистанционной проводкой с клапанной распределительной коробкой.

При переключении рычага управления, клапан А автоматически отключает сливную магистраль и посылает масло в клапанную коробку (автоматичность действия клапана А основана на изменении давления в подающей магистрали от клапана А к распределительной коробке / при переключении рычага управления/).

Движением рычага управления вверх летчик убират шасси, движением рычага вниз - выкладывает шасси.

При управлении закрылками, летчик поворачивает рычаг управления вправо, движением этого рычага вверх закрывает закрылки, движением вниз - открывает.

Как видим, работа пилота сведена к минимальной. Наличие автоматического клапана А избавляет пилота от необходимости включать и выключать помпу.

Особенностью этого привода является наличие

гарантийных агрегатов.

Подъемник закрылка сообщается с компенсационным цилиндром, назначение которого - гарантировать систему от чрезмерных нагрузок закрылка [например при пикировании].

Компенсационный цилиндр наполнен воздухом под давлением, равным максимально допустимому давлению масла при открывании шутка.

С масляной проводкой компенсационный цилиндр сообщается посредством плавающего поршня.

При повышении давления масла сверх нормального, плавающий поршень перемещается внутрь цилиндра.

Гарантийный выпуск шасси [в случае падения давления в гидравлической системе] осуществляется при помощи впуска сжатого воздуха в подъемник.

В качестве баллона может быть использован один из стержней шасси. Сжатый воздух может быть впущен в подъемник шасси при помощи маленького клапана, управляемого или тягой, или Бюденевским тросом.

Одновременно клапан отключает поврежденную подающую масляную магистраль от подъемника. Для избежания повышения давления в трубопроводе от изменения температур, в распреде-

нительной коробке имеется редукционный клапан.

На доске приборов ставится электрический указатель /фиг. 86/.

Угол отклонения щитков прибор показывает поворотом двух рычажков от 0° до 90° .

Положение шасси и костыля - шестью сигнальными лампочками /по одной красной и по одной зеленой лампочке на каждую ногу шасси и на костыль./

Пример клапана, подобного по принципу действия клапану А в системе Dowty, можно видеть в схеме, представленной на фиг. 87.

При повышении давления в магистрали, соединяющей клапан с распределительной коробкой, поршень /золотник/ клапана, сжимая пружину, перемещается влево и сообщает своим кольцевым каналом помпу с фильтром сливной магистрали, одновременно отсоединяя ее от распределительной коробки.

Давление за помпой падает и помпа работает вхолостую.

При переключении рычага управления, давление в магистрали, сообщаемой клапан с распределителем, падает; пружина возвращает золотник в исходное положение и масло из помпы поступает в распределительную коробку.

Электро-гидравлическая система фиг. 88.

Представленная на фиг. 88 система, отличается от системы Dowty тем, что гидравлическая помпа связана с отдельным электромотором мощностью 1-1,5 л.с. Мотор включается при отклонении рычага управления и выключается автоматически, когда необходимая операция закончена. Электрическая цепь вынесена в увеличенном масштабе на фиг. 88-а.

С распределительной коробкой связаны два рычага: правый принадлежит системе управления подъемом и опусканием шасси, левый - системе управления щитками-закрылками. Оба рычага в любом их положении, прикасаются с пружинными контактами, которыми заканчивается провод, проходящий между рычагами.

В электрическую сеть включены четыре контакта, замыкаемые пружинками. Шасси и щитки, дойдя до крайнего положения, размыкают соответствующий контакт. Судя по контактам, фиг. 88 соответствует положение: шасси убрано, щитки опущены. При нейтральном положении обоих рычагов - цепь разомкнута и мотор не работает.

Предположим, что пилот хочет выложить шасси. Для этого он отклоняет рычаг вправо. Этим на чертеже пружинки не показаны.

движением пилот, переключая соответствующие клапаны распределительной коробки /т.е. сообщая соответствующую полость подъемника с подающей магистралью/, одновременно, замыкает цепь. Помпа, приводимая в действие мотором, запитывает масло в подъемник. Шасси опускается и в крайнем положении будучи полностью выложенным - нажимает на контакт "шасси выпущено", размыкая его. Мотор выключается. Помпа прекращает подачу масла.

Заметим, что шасси, начав опускаться, освобождает контакт "шасси убрана" и последний, под влиянием пружинки, замкнулся. Таким образом, когда пилот желая убрать шасси, отклонит рычаг влево, цепь окажется замкнутой и мотор приведет в действие помпу.

Аналогично обеспечивается подъем и опускание щитков.

Электро-механическая система управления.

Шасси и закрылки - фиг. 89.

Система состоит из следующих основных агрегатов: 1/ электромотор, 2/ коробка передач, 3/ ручка включения, 4/ гарантийный ручной привод и 5/ механизмы подъема и опускания шасси и

щитков.

С валом электромотора 1 (фиг. 89) жестко связана шестерня 2, находящаяся в зацеплении с шестерней 3, жестко связанной с валом 4. На этом же валу, укреплена шестерня 5.

На валу в коробки передач, сидят две шестерни 7 и 8, имеющие возможность перемещаться вдоль вала на шпонке.

Передвижение шестерен 7 и 8 осуществляетсявилкой 9, соединенной посредством шарнирных звеньев 10, 11, 12 с ручкой включения.

Шестерня 7 входит в зацепление с шестерней 13, передающей вращение механизму щитков, (червяку 27 и червячному колесу 28); шестерня 8 входит в зацепление с шестерней 14, передающей вращение механизму шасси (червяку 29 и червячному колесу 30).

С валом 8, при помощи муфты включения 15, соединен вал ручного привода 16, на котором укреплен маховичек 17.

Ручка включения имеет два назначения:

1) ввести в зацепление шестерню 7 или шестерню 8 и 2) включить электромотор

Ручка состоит из двух отдельных частей, верхней 18 и нижней 19, соединенных как меж-

рукой собой, так и с муфтой 20 при помощи шипов 21.

Верхняя часть ручки заканчивается вилкой, охватывающая муфту 20, в продолговатых вырезках которой скользят шипы 21. Нижняя часть ручки сидит на оси 22 и в верхней части переходит в вилку, охватывающую муфту, но не связанную с ней.

Продольные вырезы в щеках вилки являются направляющими для верхней части ручки. Такая конструкция ручки обеспечивает два движения муфты: скольжение вдоль вала 23 и поворот вокруг него.

К нижней части ручки приварено ушко 24 для крепления звена 12, связанного с вилкой переключения шестерен 7 и 8. На валу 23 имеется в контактах 25, по 3 в двух параллельных плоскостях, соединенных с проводами, идущими к электромотору. Электрическая цепь может замыкаться посредством двух контактов, расположенных на внутренней поверхности муфты.

Ручка смонтирована в колонке, крышка которой 26 имеет направляющие вырезы, ограничивающие перемещение ручки.

Работа системы.

Когда ручка включения находится в центре продольного направляющего выреза, шестерни 7 и 8 выведены из зацепления и контакты на муфте 20 находятся между двумя рядами контактов на валу 23 [мотор не включен].

Такое положение системы и показано на фиг.

89. Когда необходимо убрать или выпустить шасси, пилот отклоняет ручку на себя 90 уг-
ра. Звено 12, посредством траверсы 11 и звена 10, перемещает билку 9, вводя, тем самым, шестерню 8 в зацепление с шестернями 5 и 14. При этом вся ручка вращается вокруг оси 22 и заставляет муфту перемещаться вдоль вала 23. Контакты на муфте становятся в одной плоскости с контактами на валу, но между ними так, что цепь остается разомкнутой и мотор не работает.

При последующем отклонении ручки вправо или влево, верхняя часть ее давит на шипы и поворачивает муфту вокруг вала 23. При этом контакты на муфте замыкают соответствующую пару контактов на валу 23, определяющую направление вращения мотора /подъем или опускание шасси/.

Нижняя часть ручки при этом не отклоняется.

Аналогично включается механизм подъема или опускания щитков. Пилот поворачивает ручку от себя до упора, при этом шестерня 7 входит в зацепление с шестернями 3 и 13, а контакты на муфте становятся в одной плоскости со вторым рядом контактов на валу 23.

Поворотом ручки вправо или влево включается мотор.

При работе системы от мотора, ручная передача выключена.

При работе ручным /гарантийным/ приводом пилот вводит в зацепление шестерню 7 или шестерню 8, отклоняя ручку включения от или на себя и вращая наковичек 17, осуществляет опускание /подъем/ шасси или щитков. Вращение вала 16, связанного с наковичком 17, передается валу в посредством муфты включения 15.

Системы передачи движения от электромотора к шасси и щиткам могут быть, размещается

Изложенная система является одним из многих возможных вариантов передачи движения от электромотора к шасси и щиткам.

Подробная система управления шасси и щитками осуществлена на самолете Вульчи VI-AS /фиг. 90/. Система привода ясна из чертежа. /Мурта с контактами на фиг. 90 не показана/.

Подъем или опускание шасси осуществляется посредством червячного сектора 7, жестко связанного с ногой /см. Вып. VI- Шасси самолетов/.

Отклонение щитков осуществляется тросом; последний приводится в движение барабанчиком 9, сидящим на одной оси с сектором червячного колеса 8. Трос передает движение сектору 11, связанному с тягами управления щитками.

Конструкция этих секторов и самих щитков подробно рассмотрена нами в разделе "Механизация крыла" /Вып. IV/.

Пружинные контакты электрической цепи /на фиг. 90 цепь не показана/ размыкаются упорами на секторах 7 и 8, когда последние занимают одно из крайних положений. Таким образом мотор автоматически выключается когда шасси или щитки полностью подняты или опущены.

Управление тормозами колес.

Вводная часть.

Возрастание скорости горизонтального полета неизбежно влечет за собой увеличение посадочной скорости. Несмотря на механизацию крыла, у современных быстроходных самолетов посадочная скорость остается порядка 100-110 км/час. Следствием является очень большая длина пробега самолета после посадки, возрастающая еще при применении хвостового колеса вместо обычного костыля.

Путь уменьшения величины пробега самолета является путем применения тормозных устройств на самолетах, а именно: замена нетормозных колес - тормозными. Длина пробега с та при оборудовании его тормозами уменьшается примерно в 2-3 раза. Кроме того, благодаря возможности отдельного торможения, по желанию летчика, правым или левым колесом, самолет приобретает хорошую маневренность при рулении, что очень важно, так как при движении самолета по земле - управление рулями становится неэффективным.

Общая конструкция тормоза. Работа тормоза.

На оси шасси с-та неподвижно закрепляется колодочный тормоз, на поверхности колодок наклеивается лента из ферродо или асбестовая пластмасса ферродо-фибра с высоким коэффициентом трения $\mu = 0,4-0,5$. Колесо, свободно вращающееся на оси шасси, имеет стальной барабан, концентрически охватывающий тормозные колодки. В разторможенном состоянии барабан вместе с колесом, свободно вращается вокруг колодок.

В момент торможения кулачок раздвигает колодки 1, которые прижимаются к барабану 2 на колесе силой P . /рис. 9/.

Благодаря возникающему трению от соприкосновения двух перемещающихся одна относительно другой поверхностей, возникает сила трения μP , которая образует тормозной момент $M = \mu P r$.

Этот момент направлен в сторону противоположную вращению колеса и препятствует этому вращению. Колесо затормаживается.

Для обеспечения безопасности руления система управления тормозами выполняется

таким образом, чтобы была обеспечена возможность регулирования степени торможения.

Тормоза с серводействием.

Если тормозную колодку поместить внутри тормозного барабана и закрепить один ее конец анкерным болтом [фиг. 92], а второй конец прижимать кулачком к поверхности барабана, то, в зависимости от направления вращения барабана, такая колодка будет или захватываться барабаном или отталкиваться им.

При направлении вращения, указанном на фиг. 92-а, колодка захватывается. В этом случае сила трения T будет больше чем μP , где P — сила, с которой мы прижимаем колодку к барабану.

Этот эффект увеличения силы трения называется положительным серводействием тормоза.

При тормозе с положительным серводействием можно получить необходимый тормозной момент, прикладывая сравнительно небольшие силы к рычагу, связанному с кулачком.

При обратном вращении барабана, как указа-

ны на фиг. 92-в, тормозная колодка, под действием барабана, будет стремиться отойти от него. и та же сила нормального давления P дает меньший тормозной эффект. Имеет место отрицательное серводействие.

Можно выполнить 2-х колодочный тормоз с положительным серводействием обеих колодок /фиг. 93/; при этом одна колодка, которую отжимает кулачок, шарнирно крепится ко второй колодке, а другой конец второй колодки крепится анкерным болтом к диску, связанному с осью колеса. Такие колеса обычно и применяются на практике.

Положительное серводействие увеличивает тормозной эффект в 2-2,5 раза, т.е. для получения одного и того же тормозного момента необходима сила нормального давления в 2-2,5 раза меньшая, чем при тормозе без серводействия. И наоборот, при отрицательном серводействии эта сила должна быть большей в 2-2,5 раза, чем у тормозов без серводействия.

Недостатком положительного серводействия является резкий "захват" тормоза. Это представляет собой значительное неудобство при рулежке.

Широкое распространение получили трехколодочные тормоза [фиг. 94] с двумя колодками с положительным серводействием и одной колодкой с отрицательным серводействием. Хотя такой тормоз и требует несколько большей мощности для получения того же тормозного эффекта, чем 2-х колодочный тормоз с положительным серводействием, но, зато, изменение коэффициента трения ферродо в случае замасливания или загрязнения колодок, в меньшей степени снижает эффективность его работы, как в 2-х колодочном тормозе с положительным серводействием. Кроме того 3-х колодочный тормоз обеспечивает более равномерный износ колодок. Захват такого тормоза менее резок.

Представленный на фиг. 94 тормоз принадлежит системе гидравлического управления.

Управление тормозами.

Передать силу нормального давления на тормозные колодки можно различными способами. В настоящее время применяются следующие типы управлений тормозами:

1. Механическое управление [для с-тов малого тоннажа]

2. Гидравлическое управление

3. Пневматическое " "

и 4. Гидропневматическое " "

Каждому типу управления соответствуют свои особенности, как конструктивного порядка, так и принципиальные, которые и рассмотрим ниже.

1. Механическое управление тормозом.

Назначение механического управления - это передать мускульную энергию летчика из кабины к тормозам. Это осуществляется при помощи рычагов, тяг и троса Боудена.

Трос Боудена представляет обычный одноплетенный трос, помещенный в оболочку из проволоки, свитой очень плотно, виток к витку, в спиральную пружину, внутри которой трос может свободно двигаться в продольном направлении. Поверх оболочки сделана оплетка из нитки, покрытая лаком. Оплетка предохраняет внутренность оболочки от попадания пыли и грязи и не позволяет смазку вытекать наружу между витками оболочки.

Трос Боудена допускает криволинейную проводку без применения роликов на перегибах и

позволяет тросу во время работы изгибаться в довольно больших пределах.

Обычно механическое управление тормозами при помощи троса Боудена выполняется ножным [фиг. 95].

При торможении, пилот носком ноги нажимает на носок педали 2, рычажная система вытягивает Боуденовский трос 3, который прижимает кулачком [при помощи кулачкового рычага 5] тормозные колодки к барабану. Педаль, принадлежащая этой системе торможения, была нами разобрана выше [фиг.]

При оттормаживании, возвратная пружина 6 отжимает колодки. Барабан свободно вращается вокруг неподвижных тормозных колодок, закрепленных на оси шасси.

Устройство тормоза с механическим управлением показано на фиг. 93. К диску, соединенному неподвижно с осью анкерным болтом, крепится колодка 3, которая связана шарнирно с колодкой 4. Последняя может прижиматься кулачком к тормозному барабану. Пружинки 7 отжимают колодки при разтормаживании колес. Кулачок приводится в движение Боуденовским тросом при помощи рычага 5.

Необходимо при выполнении тросового управления стремиться к тому, чтобы проводка была возможно короткой [1,5-2м]. Практически нельзя получить передаточное число выше 1:16 вследствие упругости тросов и невозможности дать тормозной педали на самолете большой ход. Этим и объясняется применение такого управления только на легких самолетах.

II Гидравлическое управление тормозом.

Тормоз с гидравлическим управлением имеет те особенности, что кулачок здесь отсутствует, а тормозные колодки получают распор от гидравлического цилиндра, который крепится к одной колодке, и штока поршня, который крепится к другой колодке. Относительное движение поршень и цилиндр получают под давлением масла [90-30атм]. Масло под давлением поступает по системе трубопроводов через золотниковую коробку от ручного насоса. Для того, чтобы создать нужное давление - летчику необходимо качнуть ручку насоса 1-2 раза. Педальный золотник позволяет летчику произ-

Водить торможение левого или правого колеса
раздельно /при развороте самолета/ или обоих
колес одновременно.

Рассмотрим основные агрегаты системы гидрав-
лического управления тормозом /фиг. 96/.

1. Ручной насос.

Корпус гидравлического насоса представляет собой
отливку из алюминиевого сплава прямоугольной
формы и служит одновременно резервуаром для
жидкости и основанием, на котором крепятся ме-
ханизмы насоса. Внутри корпуса имеется цилиндр
19, в котором движется поршень 20, приводи-
мый в движение пилотом при помощи ручки. Ци-
линдр соединен с резервуаром отверстием /внизу
цилиндра/ и при крайнем правом положении порш-
ня, жидкость через отверстие заполняет цилиндр.
При торможении пилот берет ручку "на себя"
и поршень начинает двигаться в левое крайнее
положение. При этом он сначала перекрывает
отверстие, соединяющее цилиндр с резервуаром,
а затем создает давление масла в цилиндре.
Под давлением масла отжимается клапан 16
и масло свободно проходит в распределительную
/золотниковую/ коробку. Клапан состоит из пру-

жсины 15 и шарика. При отсутствии давления в цилиндре пружина прижимает шарик к клапанному седлу /клапан закрыт/.

Разтормаживание обоих колес производится нажатием рычажка на ручке насоса, который при помощи тяги 17, проходящей внутри ручки и пальца 18, вращает валик рычага 7. На другом конце валика внутри коробки помещается рычаг 6, открывающий клапан 5, при этом полость вокруг шарика 16 /постоянно связанная с подающей магистралью/, через вертикальный канал, свободно сообщается с резервуаром масла.

Давление в подающей магистрали падает. Тормоза отпускаются.

2. Педальный золотник.

Как было указано выше, педальный золотник является распределительным механизмом, позволяющим производить торможение обоих колес одновременно или раздельно каждого из них. Устройство золотника несложно и надежность работы его зависит главным образом от качества обработки деталей и тщательности сборки.

Литой из алюминиевого сплава корпус 26 имеет четыре прилива, в которые ввинчены штуцеры.

служащие для присоединения к системе /два - к цилиндрам колес, третий - к насосу /подающая магистраль/ и четвертый - к резервуару /обратная магистраль/. На дне корпуса помещена стальная, с очень хорошо обработанной поверхностью, пластина - золотниковое зеркало. В зеркале золотника сделаны 4 отверстия, сообщающиеся с каналами в корпусе, идущими к штуцерам /а, в, с и d - на рис. 213/.

По зеркалу золотника скользит золотник 22 /вынесенный отдельно на фиг. 96 в перевернутом виде/, изготовленный из меди для лучшего прилегания к зеркалу и меньшего износа последнего. Золотник прижимается к лицу пружины 27, а поворачивается с помощью ключа, который поворачивается рычагом 23 от педалей ножного управления.

Сверху золотник закрыт крышкой и в месте, где через крышку проходит ключ - имеет уплотнение.

Золотник имеет дугообразные прорезы, один /меньший/ сквозной и один - в виде углубления до половины толщины золотника. Кроме того, в центре золотника сделано углубление в, а в углублении два сквозных отверстия ж и з /рис. 213/.

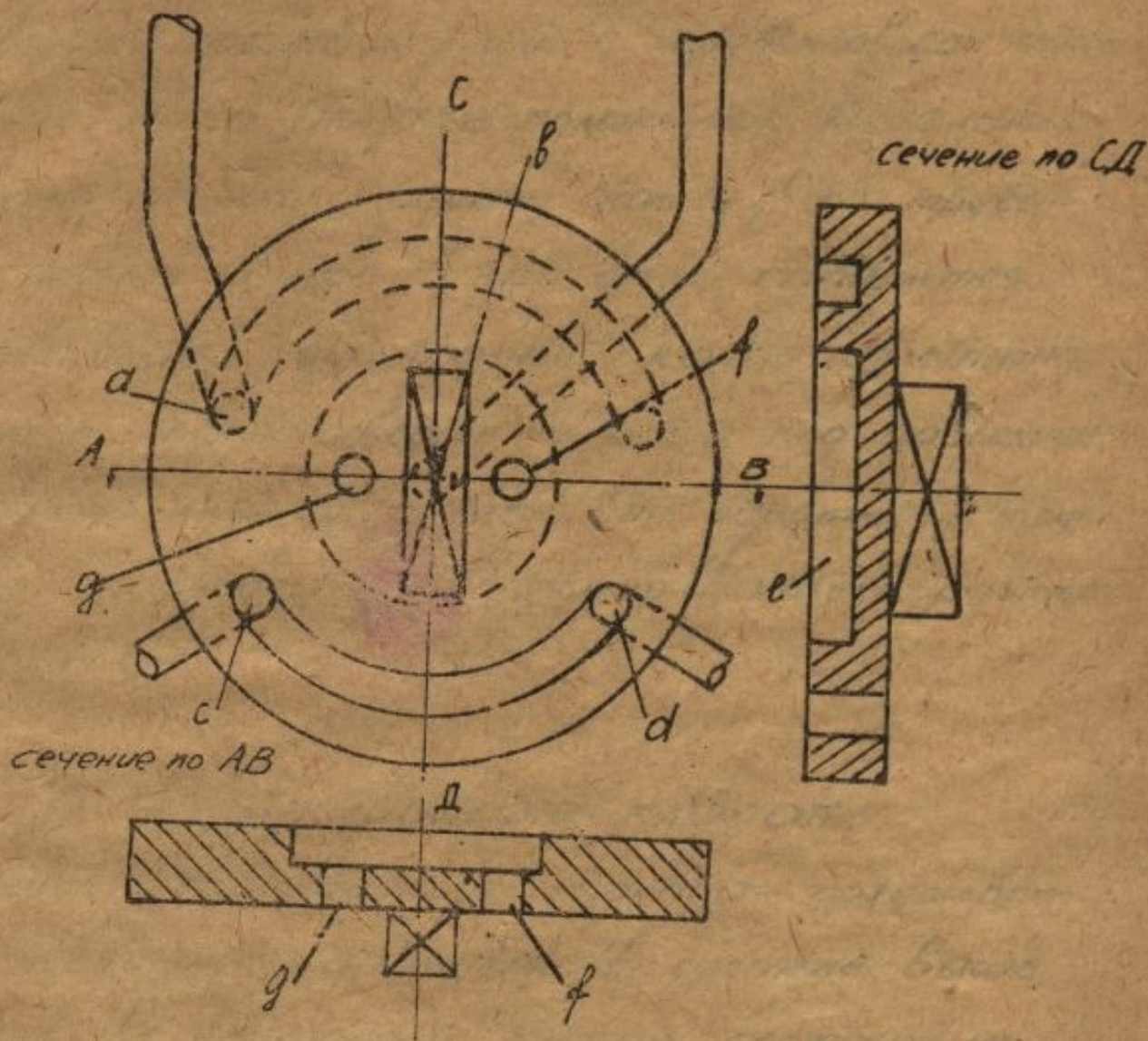


рис. 213.

Масло проходит из насоса по каналу В корпус к отверстию в зеркале золотника и через сквозные отверстия попадает в верхнюю полость над золотником. Отсюда, через сквозной дугообразный канал, масло может поступать в трубопроводы, идущие к колесам. В зависимости от положения золотника, этот канал может сообщать верхнюю полость корпуса с трубопроводами обоим

колес одновременно /на схеме - фр. 9б-среднее по-
 ложение/ или с трубопроводом только левого ко-
 леса /верхнее положение/ или с трубопроводом так-
 же правого колеса /нижнее положение/. Когда масло
 поступает только к одному колесу, то трубо-
 провод другого колеса в это время сообщается
 через сквозной дугообразный канал золотника
 обратным трубопроводом и масло под давлением
 в тормозном цилиндре колеса по обратному тру-
 бопроводу поступает в резервуар ^к - колесо разтор-
 маживается.

3. Редукционный клапан.

Назначение редукционного клапана - предотвра-
 тить повышение давления в системе выше
 заданного. Редукционный клапан состоит из
 цилиндрического корпуса 1, в узкой части ко-
 рпуса ходит поршень 4, который может пе-
 рекрывать, в зависимости от своего положения,
 отверстия, сообщающие цилиндр 1 с цилиндром
 3, из которого через штуцер масло поступает
 по обратному трубопроводу в сливной бак.
 Поршень 4 в нижнем положении удерживает
 пружина 2, которая упирается в колпачок,
 навинченный на верхнюю часть цилиндра А.

Обратная намотка через автоматический обратный клапан 12 все-
 го сообщается с масляным баком /нижняя клапан 5/.

Напряжение пружины можно регулировать навинчиванием этого колпачка.

Цилиндр, в котором движется поршень, сообщен с подающей магистралью трубопровода при помощи штуцера; если давление в этой магистрали превышает нормальное - поршень отжимается вверх и из подающей магистрали, через отверстия, масло поступает в цилиндр 3, а оттуда, через обратную магистраль, в масляный бак. При этом давление в подающем трубопроводе падает, пружина отжимает поршень вниз и поршень перекрывает отверстия.

Таким образом давление в подающей магистрали поддерживается постоянным.

III Пневматическое управление тормозами.

Устройство 2-х колодочного пневматического тормоза /фиг. 97/.

К оси шасси на диске крепятся два цилиндра 2.

В цилиндре помещается поршень 3, приводимый в движение при торможении сжатым воздухом, входящим в цилиндр через штуцер 12. Шток поршня, при помощи роликов 11 на рычаге, пе

передает давление на колодки.

При разтормаживании пружина 14 отжимает колодки от тормозного барабана.

Как видно из чертежа, эта конструкция тормоза отличается от гидравлического тормоза тем, что давление от цилиндра передается колодкам не непосредственно, а при помощи неравноплечего рычажка. Это обстоятельство позволяет иметь в цилиндре давление воздуха порядка 7-8 атм., тогда как при гидравлическом тормозе давление в цилиндре должно быть порядка 30 атм. /Такое большое давление в пневматической системе потребовало бы особо тщательного уплотнения/.

Пневматическое управление тормозом может быть ручным или ножным. /т.е. приводимым в действие рукой или ногой/. Принципиальная схема управления от этого не изменяется.

В пневматическом управлении затрата человеческой энергии сведена до минимума.

Для примера рассмотрим систему пневматического управления с ручным приводом /рис. 98/, которая состоит из следующих агрегатов:

1/ Зарядный штуцер 2, установленный на борту самолета и служащий для присоединения манга от баллона сжатого воздуха, перепуска-

екого в тормозной баллон.

Между зарядным шлангом и тормозным баллоном включается фильтр 3 для очистки воздуха от пыли, соринки и влаги. Фильтр включает в себе также и обратный клапан, пропускающий воздух только в одном направлении - в баллон тормозной системы.

2/ Баллон сжатого воздуха 4, имеющий емкость около 10 л. и допускающий безопасное давление до 30 кг/см^2 . К баллону присоединен контрольный манометр для наблюдения за давлением сжатого воздуха в баллоне. Из баллона воздух поступает в запорный клапан 5, назначение которого - отключить тормозную систему от баллона со сжатым воздухом, когда тормозами не пользуются. Этим обеспечивается более продолжительный срок службы тормозной системы.

3/ При открытом запорном кране воздух поступает в редуктор 6, понижающий давление воздуха с 30 атм. до 6-8 атм. Давление за редуктором устанавливается с помощью регулировочного болта.

4/ От редуктора воздух поступает к ручному управлению, состоящему из двух клапанов 7 и, включающей их, рукоятки. Поворотом этой

ручка на себя или в стороны можно дать воздух одновременно в оба тормоза или раздельно в правый или левый тормоз. Давление в редукторе и в трубопроводах, соединяющих ручное управление с колесами, контролируется при помощи манометров.

Теперь рассмотрим устройство отдельных агрегатов пневматического управления.

1. Фильтр /фиг. 98-а/.

Через верхний штуцер воздух поступает из баллона /аэродромного/. Этот воздух проходит затем через сетки и стеклянную вату, где оседают пыль, сор и капельки влаги и попадает в канал, закрытый клапаном с резиновым седлом.

Воздух давит на клапан, отжимает пружину и проходит в тормозной баллон. При прекращении наполнения баллона - пружина разжимается, прижимает клапан к отверстию канала и закрывает выход воздуха из баллона.

Иногда в приливе монтируют предохранительный клапан с отрегулированной пружиной на 40-60 атм. Но особой необходимости в этом нет, т.к. наполнение баллона идет достаточно медленно и о давлении в тормозном баллоне можно судить по манометру.

2 Запорный кран /фиг. 98-в/

Воздух поступает через штуцер в верхнюю полость корпуса запорного крана. Канал верхней полости закрыт клапаном, прижатым к резиновому седлу пружиной, а также и поступавшим в верхнюю полость крана сжатым воздухом. Шток клапана через канал проходит в нижнюю полость и выходит своим концом в медный стаканчик, который забуканизирован в резиновое уплотнение. Последнее, сжимаясь /при повороте рукоятки в вертикальное положение/ кулачком, сидящим на одной оси с рукояткой, отжимает клапан; воздух устремляется через зазор между клапаном и седлом в канал и выходит в рабочую магистраль через боковой штуцер. При повороте ручки в горизонтальное положение пружина возвращает клапан в первоначальное положение - кран закрыт.

3. Редуктор /фиг. 98-с/

Редуктор - прибор, понижающий высокое давление сжатого воздуха в баллоне до необходимого давления в воздушной магистрали управления тормозом.

Общее устройство редуктора заключается в следующем: Воздух, через ввернутый в головку корпуса штуцер, поступает в верхнюю полость, откуда ему

дальнейший путь прегражден клапаном, прижатым пружиной к седлу из твердой резины. Шток клапана проходит в нижнюю большую полость и своим концом касается мембраны, которая лежит на тарелке толкателя. Внутри толкателя помещена сильная пружина. Сжатие пружины регулируется болтом, передающим нажатие на пружину через стаканчик, свободно перемещающийся внутри толкателя.

В начальный момент пружина сжата так, что она толкает мембрану, которая упираясь в шток открывает клапан. Воздух из баллона устремляется в нижнюю [большую] полость, где первоначальное давление равно атмосферному. Когда давление воздуха достигнет 5-8 атм. /в зависимости от регулировки пружины/, мембрана прогнется вниз настолько, что освободит шток клапана и последний под влиянием верхней пружины закроется.

Приток воздуха в нижнюю полость, связанную с магистралью, идущей к ручному управлению, прекращается, давление снова падает и нижняя пружина снова толкает мембрану вверх и клапан открывается. Таким образом давление воздуха за редуктором поддерживается постоянным.

4. Клапан управления /фиг. 98-д/.

Клапан состоит из корпуса, отлитого из алюминиевого сплава, причем внутренность корпуса разделяется перегородкой на две полости, соединенные между собой каналом, проходящим через перегородку. Канал имеет боковое ответвление, оканчивающееся штуцером 8, посредством которого клапан присоединяется к трубопроводу, идущему к тормозу. Другим штуцером клапан присоединяется к источнику питания, т.е. к трубке, идущей от редуктора.

Канал /входная полость /фиг. 98-д, внизу/ имеет устройство, совершенно аналогичное входной полости редуктора /клапан впуска 5, прижатой пружиной 7 к седлу 6 из твердой резины, препятствует проход воздуха из этой полости в другую/.

Верхняя полость примерно на четверть своей длины заполнена забуканизированной прямо в корпус мягкой резиной 4 с каналом, служащим продолжением канала в перегородке корпуса. Непосредственно над резиной в корпусе просверлено несколько сквозных отверстий, сообщаящих внутренность полости с наружным воздухом. Шток впускного клапана 5 здесь сделан настолько длинным, что он выходит далеко за кромку мягкой резиновой седла 4 в

Верхнюю полость. Несколько отступя от конца, на штоке сделан небольшой бортик, в который упирается возвратная пружина 11. Конец штока поршня входит в выточку в клапане выпуска 3, но благодаря возвратной пружине, отталкивающей клапан выпуска 3, конец штока клапана 5 не касается в свободном состоянии доньшка выточки, а отстоит от него на 1-1,6 мм.

При опускании толкача [под действием кулачка вилки рукоятки управления] пружина 2 сжимается и толкает клапан выпуска 3, который прижимается своей кромкой к мягкой резине седла 4 и вдавливается в нее. Этим достигается разобщение канала с верхней полостью, так как выход закрыт клапаном 3. При дальнейшем движении толкача 1, конец штока клапана достигает дна выточки в клапане 3, и клапан выпуска отходит от резинового седла 4, открывая проход сжатому воздуху из нижней полости в канал и оттуда к тормозам.

Разтормаживание происходит в обратном порядке, т.е. толкач, будучи освобожден, отходит вверх, и одновременно садится на свое место клапан выпуска, чем прекращается подача воздуха к тормозам. Затем обратная пружина отталки-

вает клапан выпуска от резины 4 и воздух из тормозов в освободившийся проход устремляется по каналу в верхнюю полость и оттуда, через отверстия 9, в атмосферу.

Особенность этого клапана заключается в том, что он работает, как редуктор, с той разницей, что мембрана заменена здесь мягким толстым резиновым седлом, выполняющим функции мембраны.

Благодаря этому, клапаном можно в известных пределах, определяемых режимом, заданным редуктором, регулировать степень торможения.

В зависимости от хода толкача, а следовательно, от нагрузки на пружину 2, можно осуществить регулирование давления воздуха в цилиндрах тормоза от 1 до 5 атм.

Нарезной стакан 10, внутри которого движется толкач 1, служит ограничителем максимального торможения, так как, вывернув его несколько из корпуса, можно сократить ход толкача, а следовательно, уменьшить максимальное сжатие пружины 2.

5. Рычаг ручного управления.

На фиг. 98-е показано собранное ручное управление. Клапана управления смонтированы на кронштейн

е. Включение тормозов производится с помощью рукоятки 2, закрепленной на кардане на той жеронштейне. Карданное крепление рукоятки позволяет отклонить ее во всех направлениях, как на себя, так и в стороны. При отклонении рукоятки, она, кулачком вилки 3 нажимает на толкач клапана 4, чем производится включение, т.е. открытие клапана. При отпускании рукоятки, клапан закрывается, а воздух из тормозов выходит через отверстия в корпусе клапана наружу.

При отклонении рукоятки прямо на себя включаются оба клапана и тормозятся оба колеса, при отклонении же в какую-либо сторону включается один клапан и соответственно тормозит одно колесо.

Ножное управление /рис. 99/

Ножное управление, как и ручное, состоит из двух пневматических клапанов, разобранный выше конструкции. Привод толкачей клапанов здесь осуществляется с помощью рычагов 2, вращающихся на одной общей оси 4 и приводимых в движение тросами Боудена 1 /на рис. 99 тросы Боудена показаны без обмотки/.

Троссы связаны с тормозными педалями, расположенными на педалях управления самолетом, совершенно так же, как в случае механического управления тормозами. Пружинки 3, отталкивающие рычаг в исходное положение, помогают вытягивать при растормаживании тросс из оболочки.

При нажатии одновременно обоими ногами затормаживаются оба колеса, при нажатии одной ногой - одно колесо.

Можно смонтировать клапаны и непосредственно на педалях, соединив их гибким трубопроводом с остальной магистралью. При такой системе крепления клапанов, перемещение педали не будет сказываться на системе торможения; нажим же носком ноги на толкочок обеспечивает торможение соответствующего колеса.

При небольшой длине магистрали от баллона до клапана управления, применяют более совершенную (с меньшим числом агрегатов) систему пневматического управления тормозами (рис. 100).

Запорного крана в такой системе нет. ¹Редукционный клапан и клапан управления объединены

¹Именно, поэтому, такая система и может быть рекомендована только при небольшой длине магистрали, ибо весь трубопровод от баллона до клапана управления находится под давлением порядка равным 30 атм.

В одном агрегате.

Рассмотрим конструкцию клапана управления такой системы.

Клапан управления состоит из литого из алюминия сплава корпуса, имеющего две полости - нижнюю и верхнюю, разделенные перемычкой с отверстием в центре. Сжатый воздух высокого давления из баллона входит через штуцер по каналу в нижнюю полость корпуса; дальнейший проход ему в верхнюю полость прегражден клапаном впуска (сделанный из дюралюминия), прижатому пружиной к седлу - невысокому кольцеобразному выступу перемычки, окружающему отверстию. Клапан центрируется выточкой в пробке, в которую он входит как поршень.

В верхней полости, непосредственно над перемычкой, помещен в выточке корпуса клапан выпуска. Этот клапан также обходит выточку, как поршень. Верхняя часть клапана оканчивается резиновым седлом, снизу же клапан имеет шток, который проходит сквозь отверстие в перемычке в нижнюю полость и касается концом поверхности клапана впуска. Выше над клапаном выпуска, на некотором расстоянии, помещена резиновая мембрана, прижатая плотно к выточке в корпусе.

через прокладочную шайбу крышкой, которая ввертывается в корпус на резьбе. В центре мембраны сделано отверстие, через которое пропущен полый шток. Почти на середине его длины имеется фланец, к которому плотно прижата средняя часть мембраны с помощью направляющей тарелки, положенной с другой стороны мембраны и затянутой гайкой, накрученной на конец полого штока. Конец полого штока, обращенный к резиновому седлу клапана выпуска, выступает несколько из гайки. Между клапаном выпуска и мембраной помещена слабая пружина, которая разделяет конец полого штока и клапан выпуска образуя между ними в свободном расторможенном состоянии зазор, позволяющий воздуху из верхней полости пройти по каналу полого штока вверх, в пространство над мембраной, а оттуда - через отверстие в толкаче - наружу.

Между толкачом и мембраной помещена редукторная пружина, которая одним концом опирается на фланец полого штока, а другим - на фланчик толкача.

Рассмотрим теперь действие клапана.

Для положения, указанного на чертеже, доступ сжатого воздуха в тормозе прегражден клапаном выпуска. При нажатии на толкач, редукторная

пружина нажмет на мембрану и прижмет по-
 лый шток к седлу, отсоединив, тем самым, Верх-
 нюю полость клапана от атмосферы. Дальнейшее
 движение полого штока нажмет клапан вы-
 пуска, а шток последнего откроет клапан впус-
 ка.

Воздух свободно войдет через отверстие в пере-
 мычке в верхнюю полость, а оттуда, через шту-
 цер, к тормозам.

Если только в верхней полости образуеться дав-
 ление выше расчетного /на которое была установ-
 лена редукторная пружина/, то мембрана прогнет-
 ся в обратную сторону и потянет за собой полый
 шток. Верхняя полость, через зазор между полым
 штоком и седлом клапана выпуска, сообщится с
 атмосферой, а пружина закроет клапан впуска.
 Таким образом мы видим, что клапан выполняет
 функции и запорного клапана и редуктора.

IV. Гидропневматическое управление /фиг. 101/.

Гидропневматическое управление состоит из пнев-
 матической части, подобной вышеописанной сис-
 теме, с той разницей, что воздух после клапанов
 управления идет не непосредственно к тормозам,

а поступает в мультипликаторы, и гидравлической части управления - от мультипликаторов к колесам.

Такое управление избавляет пилота от накачивания ручным насосом масла [по сравнению с гидравлическим управлением]. Гидравлическая же часть управления обеспечивает более быстрое и надежное действие тормозов.

Мультипликатор представляет собой ступенчатый цилиндр, внутри которого движется ступенчатый поршень. Верхняя часть его [большого диаметра] представляет собой пневматический цилиндр; нижняя часть [малого диаметра] - гидравлический цилиндр. Гидравлический цилиндр окружен рубашкой, которая заполняется маслом. Масло может протекать из рубашки в гидравлический цилиндр сквозь отверстия в стенках цилиндра [просверленные по окружности] при верхнем положении поршня.

Воздух подается через штуцер в верхнюю часть цилиндра. При этом поршень движется вниз. Нижний поршень перекрывает отверстия, соединяющие цилиндр с рубашкой и масло под давлением выжимается в гидравлический трубопровод к тормозам.

Пружина помогает поршню возвратиться в верхнее положение, ускоряя процесс растормаживания.

Малый диаметр гидравлического цилиндра позво-

ляет при давлении воздуха до 8 атмосфер
иметь давление мглы порядка 30 атм.

Пневматическая система управ- ления Пальмер.

Камерные тормоза „Пальмер“ (фиг. 102)

Тормоз состоит из кольцевой резиновой
камеры В, помещенной в корытообразном Ц
школобке. Сверху на резину камеры наклеива-
ются многочисленные тормозные полоски А (из
сферродо). Давление в камере 7 атм. Система
торможения пневматическая.

Сжатый воздух, поступающий в кольцевую каме-
ру заставляет ее расширяться. Свободу рас-
ширения она имеет только в направлении
тормозного барабана, к которому и прижимают-
ся тормозные полоски сферродо А в момент
торможения. Такие тормоза позволяют исполь-
зовать для торможения всю поверхность тор-
мозного барабана (тормоз Пальмер - без серво-
действия).

Система управления - фиг. 103.

Из баллона воздух проходит через клапан
впуска (управляемый летчиком нажатием ры-
чажка на ручке управления, связанного с
(Наподобие рычажка для растормаживания на ручном насосе
управляющей) системы торможения (фиг. 92).

Бацденовским тросом / к распределительному клапану, управляемому от нажатия рычага. При нейтральном положении рычага — клапан открывает доступ сжатого воздуха к обоим колесам; при нажатии левой или правой ногой на педаль — к одному из колес.

Рассмотрим действие клапана Впуска и распределительного клапана.

Клапан Впуска (фиг. 104)

Натяжением троса T , связанного с рычажком на ручке управления, рычаг A толкает стакан 1 , в котором помещена пружина 2 . Вторым концом пружина 2 упирается в клиновидный фланец пустотелого штока 3 , закрепленного на мембране 12 .

При сжатии пружины 2 , мембрана прогибается и выступающая часть пустотелого штока 3 упирается в резиновое седло рычага 4 . Камера 5 разобщается с атмосферой. Дальнейшее движение штока 3 приводит в движение рычаг 4 , который вилками оттягивает трубку вправо и открывает доступ сжатому воздуху через штуцер 7 от баллона в камеру 5 и через отверстия 8 по штуцеру 9 к распределителю.

При оттормаживании, рычаг А возвращается в первоначальное положение пружины 2. Пружина 10 толкает стержень в влево, а последний резиновым седлом на его левом конце закрывает доступ сжатому воздуху из баллона в камеру 5. Сжатый воздух из камеры 5 имеет свободный выход в атмосферу через пустотелый шток и отверстие 11 в теле корпуса клапана. Клапан впуска одновременно является и регулирующим механизмом, т.к. при давлении в камере в выше расчетного мембрана отойдет вверх и закроет, тем самым, доступ воздуха из баллона.

Распределительный клапан. /фиг. 105/

Для положения указанного на фиг. 105, сжатый воздух через штуцер 1 от клапана впуска поступает в кольцевую камеру 2, откуда он может пройти только в правую часть [к правому тормозу], так как правый клапан 3 открыт, а левый закрыт. Клапаны открываются при помощи пустотелого толкателя 7, который поднимается или опускается, в зависимости от положения шайбы 4. По наклонной поверхности шайбы катятся ролики толкателей. Когда клапан 3 открыт, пустотелый толкатель прижи-

дается верхним концом к резиновому седлу 8 клапана и сжатый воздух из камеры 2 по штифту 6 поступает к соответствующему тормозу колеса.

При растормаживании, ролик толкателя сбегает с шайбы 4, толкатель опускается и клапан 3 садится на седло. Камера 5 разобщается с камерой 2 и сообщается с атмосферой пустотелым толкателем, так как при этом образуется зазор между седлом 8 клапана 3 и верхним концом толкателя 7.

Дисковые тормоза.

Баллонные колеса, вследствие больших размеров пневматиков, имеют очень небольшой по диаметру обод, практически сливающийся со ступицей и не допускающий установки нормального колодочного тормоза.

На таких колесах устанавливаются дисковые тормоза.

Как пример рассмотрим гидравлический дисковый тормоз баллонных колес; "Good Leaf", отличающийся компактностью и малыми габаритами. /фиг. 106/

Ступица колеса А имеет ряд бронзовых дисков

В, соединенных с ней при помощи шлиц. Эти диски вставлены между стальными дисками С, связанными с корпусом тормоза Е шпонками Д. Корпус тормоза жестко связан с осью шасси посредством четырех шпонок и корончатой гайки Z.

В отпущенном состоянии между дисками В и С имеется зазор [примерно 0,1 мм.] благодаря чему колесо имеет возможность свободно вращаться на оси.

Торможение осуществляется путем сжатия дисков осевой силой, развиваемой кольцеобразным поршнем F, движущимся под давлением масла, поступающего по трубопроводу Т в кольцеобразную камеру.

Тормозной момент создается силой трения на поверхности соприкасающихся дисков.

К плоской части поршня, обращенной внутрь камеры, прилегает резиновая манжета М, служащая для перекрытия зазора между поршнем и стенками камеры, во избежание попадания масла из камеры на тормозные диски.

Две спиральных пружины К и Z, находящиеся в манжете, увеличивают плотность прилегания ее к стенкам камеры. Кроме того, для гарантии от

попадания на диски просачивающегося через манжету масла поставлен щиток Н.

Усилие от поршня F на диски B и C передается посредством асбестового диска P и отжимного диска Q. Назначение диска P - изоляция гидравлической части тормоза от тепла, развивающегося в рабочих дисках при торможении. Диск Q имеет четыре выступа, в которые упираются пружины S, поставленные с предварительной затяжкой.

При растормаживании диск Q возвращает поршень в начальное положение силами этих пружин.

Зазор между дисками можно регулировать гайкой B. Гайка закрепляется контррящим кольцом W.

Детали тормоза видны на фиг. 106^A

Тормоз Good Feat без серводействия. Большая поверхность соприкосновения дисков позволяет при, относительно небольшом давлении масла, развить значительные тормозные моменты. Дисковые тормоза обеспечивают большую плавность торможения, нежели колодковые тормоза с положительным серводействием. Однако, в эксплуатации они менее долговечны [горят].

Управление тормозами

Good Jeag на самолете Вульти VI-A.

Вследствие того, что гидравлический дисковый тормоз позволяет получить большие тормозные моменты, при относительно небольших давлениях подаваемой в него жидкости, система управления тормозами может быть выполнена очень просто.

Рассмотрим систему управления тормозами самолета Вульти V-TAS (рис. 107).

Эта система состоит из заливного бачка, двух тормозных цилиндров, укрепленных на педалях управления рулем поворота, трубопроводов и необходимой арматуры.

Торможение производится следующим образом: при надавливании каблучком на подножку педали приводится в движение, связанный с последней, поршень. Поршень, перемещаясь относительно цилиндра, сначала перекрывает отверстие, через которое тормозной цилиндр сообщается с заливным бачком, а затем, при дальнейшем перемещении, создает во всей системе гидростатическое давление, воздействующее на тормоз колеса.

При уменьшении надавливания на подножку, поршень возвращается в исходное положение пружиной.

Летчик может затормаживать отдельно только левое [левой ногой] или только правое [правой ногой] колесо или оба одновременно. Интенсивность торможения находится в прямой зависимости от силы нажатия на педаль, что дает летчику хорошее ощущение степени торможения.

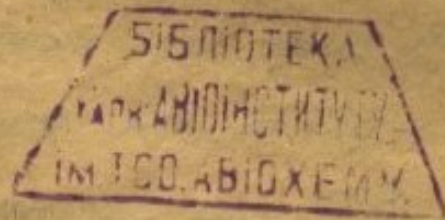
Цилиндр к системе трубопроводов присоединен гибкими шлангами, что позволяет ему перемещаться вместе с педалью.

Когда летчик управляет рулем поворота, цилиндр и поршень, перемещаясь вместе с педалью, не оказывают влияния на тормоза.

Отметим, что нажатие каблучком на подножку менее удобно нежели нажатие на подвижной [относительно педали] носок. При монтаже подобной системы на нашем самолете, следует приспособить ее к нашей стандартной педали, т.е. связать поршень не с подножкой, а с подвижным носком.

Литература.

- 1 L'aéronautique N 210
/Система Messier/
- 2 Aircraft Engineering Январь 1936г.
/Система подвеса шасси с замком/
- 3 Самолет N 6 - 1936г. /то же/
- 4 Aero Digest Март 1937г.
/Система Dowty/
- 5 Aircraft Engineering VI - 1931г.
/Система торможения Пальмер/
- 6 Тормозное оборудование самолетов
Фирсов и Шерстнев Изд. ЦАГИ.



Приложение

Детали системы управления рулями самолета.

Остановимся кратко на некоторых, наиболее часто встречающихся, деталях системы управления /фиг. 108/

1/ Тяги управления выполняются большей частью из дюралевых труб диаметром 25-35 мм с толщиной стенки $t = 1,5$ мм.

К трубе с одной стороны крепится ушко, а с другой стаканчик для регулируемого ушка.

Таким образом, длина тяги может регулироваться при монтаже.

Различные типы соединений ушка с тягой даны на фиг. 108^a - 108^d.

В соединении представленном на фиг. 108^a усилие от ушка передается на тягу с эксцентриситетом /отверстия служат для ввода подержки/.

Клепка пистонами более трудоемка /фиг. 108^b/
Соединение, показанное на фиг. 108^c очень просто по конструкции и надежно в работе.

Сварное соединение /фиг. 108^d/ применяется только при сварных тягах.

2/ Короткие звенья выполняются большей частью

в виде литых, кованных или фрезерованных деталей. /фиг. 108^е/

3. Угольники выполняются как в виде сварных из листовой стали /фиг. 108^е/ или труб /фиг. 108^е/ так и в виде поволок или литвя из алюминиевых сплавов /фиг. 108^н/ Последние получают все большее распространение, т.к. имеют ряд преимуществ: они более просты в изготовлении в условиях серийного производства, более легки, более надежны /исключена возможность появления трещин при сварке/, имеют более культурный вид.

4/ Коленчатый рычаг /фиг. 108^к/ обычно выполняется сварным.

5/ Ролик и барабанчик троссовой системы управления даны на фиг. 108^л и 108^н. На барабанчике видны зажимы крепления троса.

6/ Агрегат гидравлического управления /подъемник/ представлен на фиг. 108^н.

Оглавление.

стр

Общие требования к системе управления	1
Управление рулями самолета	10
Ручное управление:	
а) Жесткое управление	12
б) Троссовое управление рулем глубины	21
в) Троссовое управление элеронами	23
Ножное управление	29
Управление оперением Рудлицкого	38
Система управления бесхвостых самолетов	40
Регулирование стабилизатора	43
Механизм управления триммерами	44
Управление элеронами-закрылками	46
Механическая система управления элеронами-закрылками	48
Гидравлические системы управления » »	50
Синхронизация отклонения закрылков при гидравлической системе управления	51
Системы управления щитками-закрылками	54
Схемы комбинированного управления	60
Система управления Мессье	60
1. Управление щитками	
2. Управление подъемом шасси	63
Подъемный шасси с замком	67
Система Dowty управления подъемом шасси и закрылками	69
Электрогидравлическая система	73
Электромеханическая система	74
Работа системы	77
Управление тормозами колес	

Вводная часть	80
Общая конструкция тормоза. Работа тормоза	81
Тормоза с серводействием	82
Управление тормозами	84
I. Механическое управление тормозом	85
II. Гидравлическое " "	87
III. Пневматическое управление тормозами	93
Ножное управление	102
IV. Гидропневматическое управление	106
Пневматическая система управления Пальмер	
Камерные тормоза Пальмер	108
Система управления	108
Дисковые тормоза	111
Управление тормозами "Good Jeag" на самолете Вульти VI-AS	114
Литература	116

