

629.73  
К.83  
629.73  
К-83

Проверено  
1988 г.

Инж. Кроль А.А.

12

# Конструкции самолетов

Вып. 6

3833

I. ШАССИ

II. КОСТЫЛЬ

Научно-техническая библиотека "ХАИ"




kn0003833

ПЕРЕСЬЛІК 20-19 р.

1939 г.  
г. Харьков

БІБЛІОТЕКА  
А. П. ДАВІДОВИЧА  
ІНЖЕНЕРСЬКОГО

Щацу.

Щацу  
Щацу  
Щацу

## I. Общие сведения о шасси.

Шасси самолета является приспособлением, служащим для совершения взлета и посадки, а также для поглощения живой силы самолета при посадке.

Первые самолеты /Бр. Райт и др./ совершали взлет со специальных приспособлений, катапулт, а посадку на лыжу, прикрепленную к нижней части фюзеляжа. Посадка была очень жесткой и вызывала частые поломки.

Самолет, сделав посадку, взлететь без помощи приспособления не мог и его приходилось транспортировать к месту взлета. Крайняя невыгодность таких органов посадки была очевидна и они были заменены колесами. Агрегат, состоящий из колес и стержневой системы, крепящей их к самолету, называется шасси. В последующее время было разработано очень много схем шасси. Однако, все они имели один существенный недостаток, а именно - значительно увеличивали вредное сопротивление самолета. По мере роста скоростей полета, этот недостаток начинает играть все более решающую роль.

С целью уменьшения вредного сопротивления, стержни шасси стали делать обтекаемой формы, а колеса заключать в обтекатели или же заключать шасси в общий обтекатель. Стремление уменьшить лобовое сопротивление до минимума привело позднее к системам шасси, убирающимся в полете в крыло или фюзеляж.

В последнее время, когда главным фактором авиации стала скорость - убирающиеся шасси получили большое

распространение и /несмотря на их сложность/ применяют  
ся на громадном большинстве самолётов.

Шасси состоит из следующих элементов:

1. Колес, лыж или поплавков.
2. Стержневой системы, воспринимающей нагрузки, возникающие при посадке и передающей их тем элементам конструкции самолета, к которым крепится шасси.
3. Амортизаторов - специальных приспособлений для поглощения энергии.
4. Механизма убирания и выпуска шасси.

(Имеется только в системе убирания шасси).

Конструкция шасси должна отвечать следующим требованиям: 1. Достаточная прочность<sup>х)</sup> при минимальном весе.

2. Простота и рациональность конструкции.

3. Легкость ремонта или замены отдельных частей.

4. Надежность амортизационных приспособлений.

5. Обеспечение устойчивости самолета при движении его по аэродрому.

6. Надежность системы убирания и выпуска шасси

---

<sup>х)</sup> Шасси должно выдерживать статическую нагрузку в  $n$  раз большую, нежели нагрузка, приходящаяся на колесо при стоянке самолета. Величина  $n$ , направление и точка приложения силы действующей на колесо, обуславливаются нормами прочности в зависимости от типа самолета, амортизации и характера посадки (нормальная посадка на 3 точки, передний удар при посадке, посадка со спосом, торможение и т.д.).

в мерах удовлетворения этим требованиям будем говорить ниже.

## II. Классификация шасси.

По месту взлета и посадки с-та различают следующие виды шасси: 1. Сухопутные - колесные и лыжные, 2. Водные - лодочные и поплавковые, 3. Земноводные - шасси "амфибий".

Рассмотрение водных шасси составляет предмет особой курса - "Гидроавиации". В этой работе мы будем рассматривать лишь шасси сухопутные - колесные и лыжные.

По типу конструкции шасси можно разбить на такие группы:

- 1. Шасси с неразрезной осью
- 2. --- с разрезной ---
- 3. пирамидальное шасси
- 4. Вильчатое ---
- 5. консольное ---
- 6. расчалочное ---

Кроме того, все шасси делятся на два класса: убирающиеся и убирающиеся в полете.

## III. Конструкции убирающихся шасси.

Неубирающиеся шасси создавая как указывалось выше, значительное дополнительное сопротивление и снижая, тем самым, максимальную скорость полета самолета, имеют и свои преимущества:

- 1. Большая надежность при посадке,
- 2. меньшая нагрузка внимания пилота при посадке,
- 3. Малый вес / вес убирающегося шасси равен 6-8%

от веса конструкции самолета. Вес убирающегося 10-12%.

4. Простота конструкции и связанные с этим:

- а) неприхотливость в эксплуатации,
- б) дешевизна изготовления,
- в) простота ремонта.

В связи с этими достоинствами, убирающиеся шасси находят себе частое применение там, где скорость не является основным требованием и где решающими факторами оказываются безопасность посадки, дешевизна изготовления и неприхотливость в эксплуатации (самолеты для межрайонной связи, спортивные самолеты, учебные самолеты).

Одна из распространенных схем убирающегося шасси с неразрезной осью — показана на рис. 288.

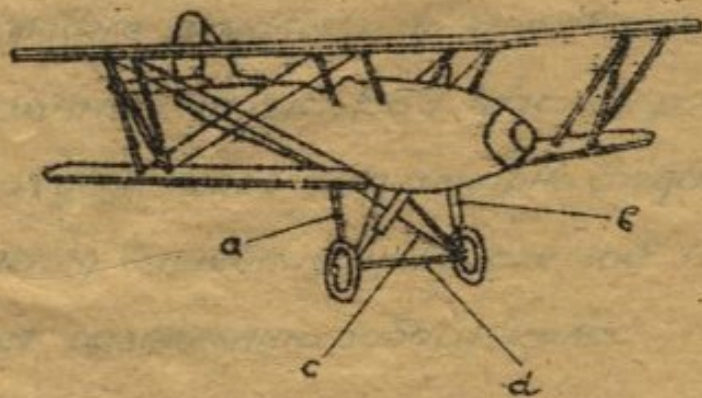


рис. 288.

- а - подкосы шасси,
- б - амортизационная стойка,
- с - расчалка,
- д - колесная ось.

При работе амортизации колесо перемещается вверх и вперед. При этом угол, составленный подкосом с фюзеляжем и осью колес, изменяется как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости. Следовательно, подкос должен иметь с обоих концов карданные соединения. Боковые усилия воспринимаются расчалками. Достоинство такого типа шасси - простота конструкции и малый вес.

Недостатки: 1. Большое лобовое сопротивление,

2. плохая проходимость шасси. Низко расположенная ось запутывается в траве, чем особенно затрудняется разбег самолета. При посадке возможны повреждения оси от удара ее о препятствия. Эти обстоятельства сказываются при вынужденной посадке,

3. Невозможность раздельной работы колес /одного независимо от другого/. Этот недостаток особенно сказывается при пробеге самолета по кочковатому аэродрому.

Показанное на рис. 289 шасси с разрезной осью /оси состоит из двух половин, шарнирно соединенных в точке А/ имеет перед вышеописанной схемой то преимущество, что допускает раздельную работу колес.

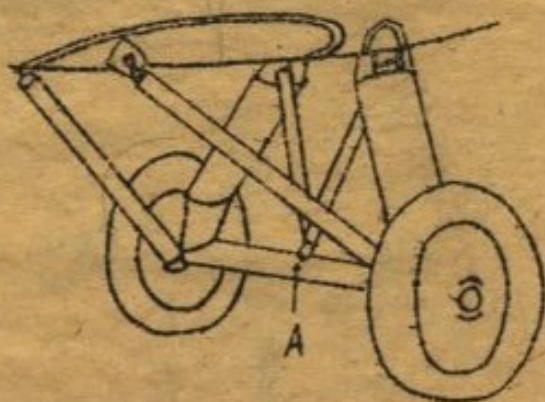


рис. 289

На рис 290 показано часто применяемое шасси пирамидального типа. Его преимущества : меньшее лобовое сопротивление и лучшая проходимость. Недостаток - усложнение конструкции. Требуется либо обеспечить прочный узел сочленения оси колеса с одним из стержней пирамиды (рис 290 а), либо выполнить этот стержень в виде гнутой полуоси (рис. 290 б).

Для нормальной работы амортизации необходимо, чтобы оси шарниров крепления полуоси и подкоса к фюзеляжу лежали на одной прямой. Оба шарнира крепления амортизационной стойки должны быть выполнены либо так, чтобы их оси были параллельны прямой, соединяющей верхние шарниры полуоси и подкоса, либо в виде карданных соединений.

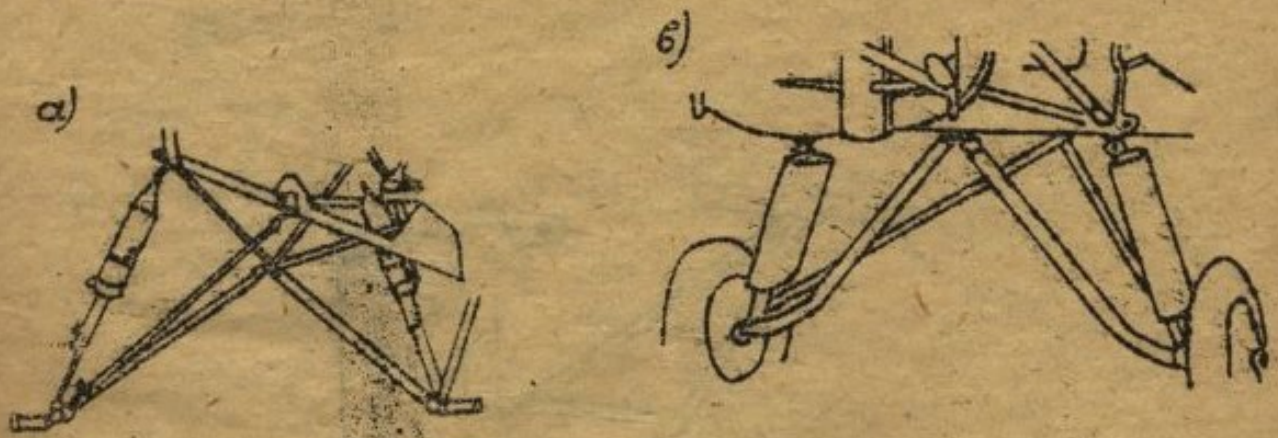


рис 290.



На рис. 291 показана схема вилчатого шасси. Такая схема часто применяется при креплении шасси к крылу.

Шасси имеет относительно малый вес и позволяет заключить колесо и стержневую систему в общий обтекатель.

Пример такого капотирования шасси показан на фиг. 128 (самолет АТ-1).

Часто, с целью получения минимального лобового сопротивления, на легких самолетах осуществляют шасси консольного типа:

- а) симметричное и
- б) <sup>си</sup> несимметричное.

На фиг. и 129 показана конструкция консольного симметричного шасси самолета Когрон-360. Одна стойка, являющаяся одновременно и амортизатором, полностью воспринимает изгибающие моменты.

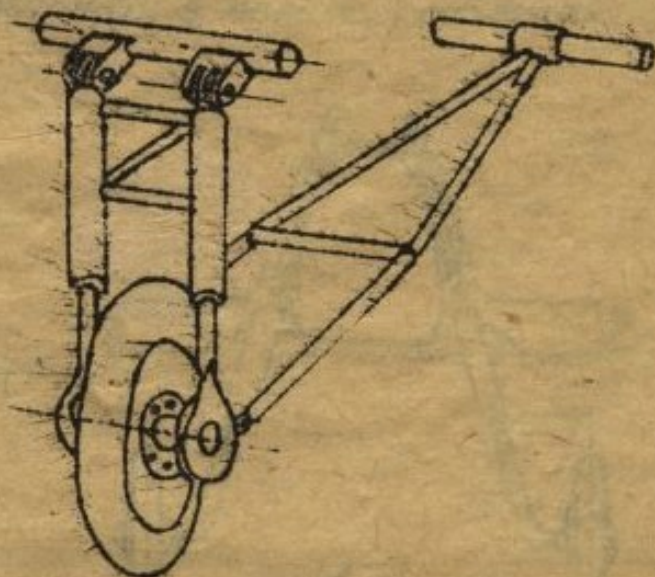


Рис. 291.

нет дост  
от теле 17 см

Целью конструктора, видимо, было получение наибольшей колес при осуществлении крепления шасси к фюзеляжу.

Вообще же применение неубирающихся консольных шасси несимметричного типа не может быть признано рациональным. (О применении таких схем убирающихся шасси будет сказано ниже).

На рис. 293 представлено шасси расчалочного типа. Ноги и колеса шасси заключены в обтекатели. Ноги шарнирно крепятся к крылу. Боковые нагрузки воспринимаются расчалками.

Благодаря малому весу и простоте конструкции, такое шасси часто применяется на туристских самолетах.

При этом крыло выполняется из тонкого профиля и расчалывается на фюзеляже и на шасси. Обширный самолет "Паспед Скайлок" (С.Ш.А) с таким шасси представлен на рис. 293-в.

Недостаток такой схемы - большое лобовое сопротивление от вибрирующих в полете расчалок.

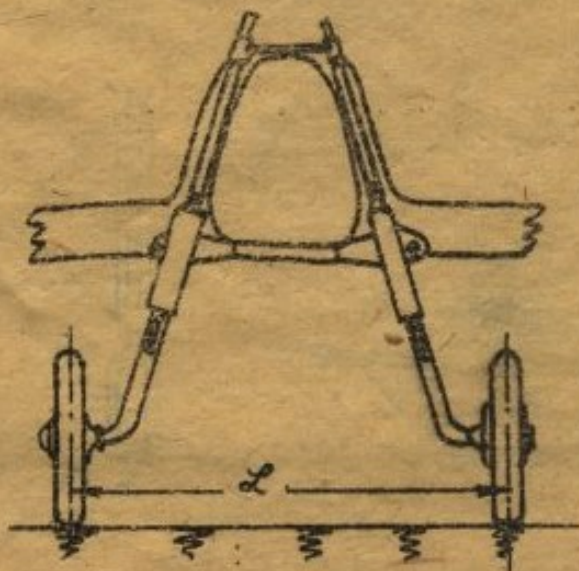


Рис. 292.

Неубирающиеся шасси применяются также на боевых самолетах в тех случаях, когда убирание связано с очень большими трудностями, например в схемах разведчиков - высокопланов или в тех случаях, когда крыло самолета не позволяет ослаблять его вырезами /крылья типа моноблок/.

На фиг. 130 и 131 представлена конструкция шасси высокоплана. Шасси крепится к фюзеляжу и берется в общий обтекатель.

Амортизационная стойка развита в узкую ферму, имеющую два узла крепления /для лучшей работы на изгиб/.

Передний удар воспринимается задним подкосом.

Шасси компактно и дает относительно малое лобовое сопротивление. Однако, из условий изгиба имеет большой вес и передает на шпангоут значительные моменты.

Наличие больших изгибающих моментов, действующих на амортизатор, ведущих к быстрому и неравномерному износу цилиндра, также является отрицательной стороной конструкции.

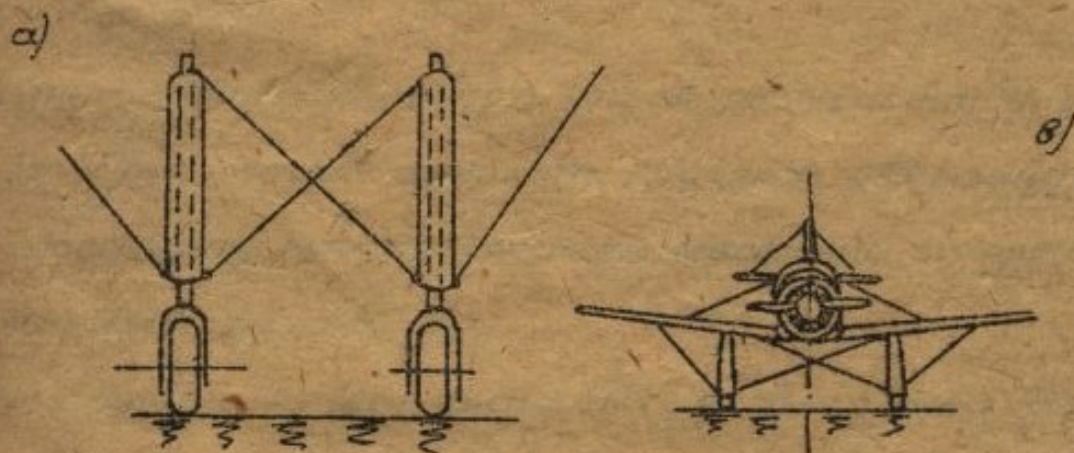


Рис. 293

Шасси самолета Моран-Сольнье 350 / фиг. 135 / имеет перед описанным выше то преимущество, что амортизация спрятана внутри фюзеляжа. Масляные амортизаторы работают только на продольные усилия. Шпангоуты также нагружены более выгодно. Однако, большого хода амортизатора в такой конструкции обеспечить нельзя, ибо это связано с необходимостью большого декорассажа колес. Шасси выполнено из нержавеющей листовой стали при помощи электросварки.

На фиг. 136 представлен английский разведчик "Вестланд", "Лизандр", также имеющий полуконсольное /консольное при виде спереди /неубирающееся шасси. Шасси Вестланд не имеет отдельных амортизаторов, т.к. применены колеса с внутренней амортизацией.

Интересно отметить, что посадочные фары и неподвижные пулеметы укреплены в обтекателях колес, кроме того бомбы подвешены под маленькими съемными плоскостями, прикрепленными на болтах к стойке шасси /последнее для скоростного самолета явно не рационально/.

Колесо Дюути с внутренней амортизацией представлено на фиг. 137.

Масляно-резиновая амортизация размещена внутри колеса. При посадке самолета траверса, связанная с осью шасси, опускается, сжимая масляный амортизатор и резиновые пакеты.

При качении колеса вращаются обод с пневматиком. Амортизаторы остаются вертикальными.

На фиг. 132 представлено шасси истребителя Моран-Сольнье 325.

Шасси состоит из двух независимых ног с амортизатором, работающих на изгиб, кручение и сжатие. Вверху головка амортизатора крепится болтом А. Снизу его поддерживает подшипник В кронштейна С, крепящегося болтами к кессону крыла. Такое шасси хорошо разносит нагрузки и может быть применено при креплении шасси к безлонжеронному крылу. Закапотированное шасси Моран-Сольнье показано на фиг. 133. Нижняя часть обтекателя связана с осью колеса и может перемещаться относительно верхней его части. Шасси самолета Персиваль "Вега Галл" (фиг. 138) полуконсольного типа. Нагрузки от основной вилки также разнесены по высоте лонжерона и по нижней обшивке. На фиг. 134. показано шасси легкого бомбардировщика Нортроп 2Е.

Шасси консольного симметричного типа (стойки и колеса заключены в общие обтекатели). Каждая половина шасси состоит из двух стоек с масляными амортизаторами. Последние соединены при помощи пропускных трубки для уравнивания давления.

Как видно из фигуры, нагрузки от шасси распределяются на стенку, верхнюю и нижнюю обшивку безлонжеронного крыла.

#### IV. Выбор рациональных размеров шасси.

Выбор главных размеров шасси нормальной схемы определяется следующими основными параметрами:

а) высотой шасси,

б) выносом - расстоянием вертикальной плоскости, проходящей через оси передних колес, от ц.т. самолета,

в) величиной колеи - расстоянием между колесами (при виде на самолет спереди).

Разберем влияние каждого из этих параметров.

### а) Высота шасси.

Высота шасси не очень влияет на „экипажные“ качества агрегата передвижения и зависит от следующих данных:

1. Угла стоянки на 3<sup>х</sup> точках, диктуемого условием получения  $C_{y_{max}}$  при посадке. В современных самолетах это достигается на угле атаки  $\alpha = 16^\circ - 17^\circ$ , учитывая угол заклинивания равный  $2^\circ - 3^\circ$ , получим стояночный угол  $\cong 13^\circ$ . По американским нормам стояночный угол должен обеспечить  $C_y = 0,9 C_{y_{max}}$ . Соответственно стояночный угол и высота шасси получаются меньше.

Однако, по такому пути уменьшения высоты шасси следует идти лишь в крайнем случае, ибо этим усложняется техника посадки самолета.

2. Высоте винта относительно земли. Высота шасси должна обеспечить расстояние нижнего конца лопасти винта, в вертикальном положении, до земли равное 150-180 мм., при условии полностью спущенных пневматиков и амортизаторов (рис. 294). В противном случае есть опасность поломки винта на взлете.

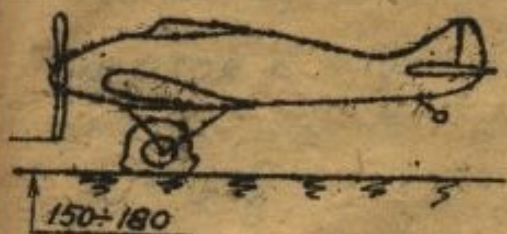


Рис. 294.

3. При убирающемся шасси, от некоторых конструктивных соображений уборки, в зависимости от расстояния между лонжеронами, ширины центроплана и т.д.

### б) Вынос шасси.

Вынос шасси связан с кинематическими свойствами с-та. Составим уравнение моментов, действующих относительно оси колеса при рулежке /рис.295/.

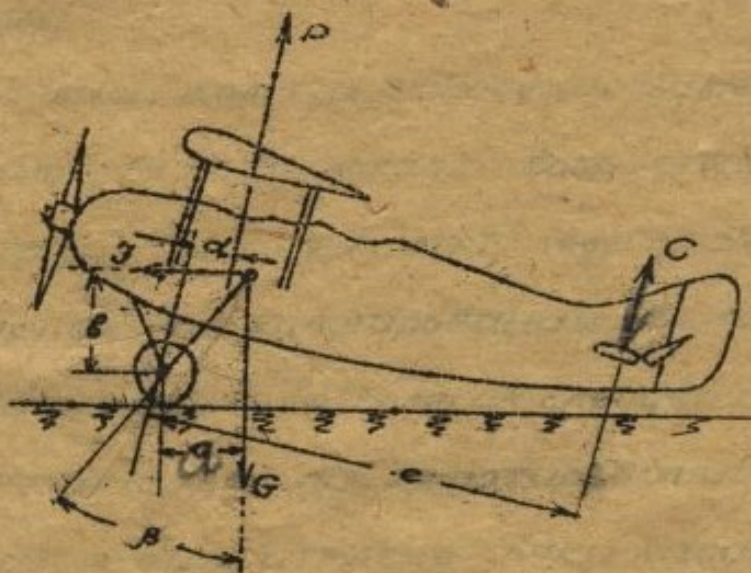


рис. 295.

- здесь:
- $G$  - вес самолета
  - $J$  - сила инерции
  - $P$  - подъемная сила крыльев
  - $C$  - аэродинамич. сила оперения

Для отсутствия капотирования, очевидно, нужно иметь  $\Sigma M_0 = 0$ . Если считать, что  $R \cdot d = C \cdot a$  (что близко к действительности), то условие отсутствия капотирования выразится в виде  $J \cdot \beta \leq G \cdot a$  или

$$J \leq G \frac{a}{\beta} ; \quad J \leq G \tan \beta$$

Здесь  $\beta$  - угол составленный плоскостью, проходящей через ось колеса и ц.т. с вертикальной плоскостью - носит название угла капотирования.

Следовательно, для избежания капотирования самолета необходимо иметь угол капотирования не меньше отношения  $\frac{J}{G}$ . Сила инерции  $J = -\frac{G}{g} \cdot j = -\frac{G}{g} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t}$ ;

где  $j = \frac{\Delta V}{\Delta t}$  - ускорение при движении самолета по аэродрому.

При тормозных колесах ускорение/замедление/ при посадке самолета после посадки возрастает.

Сила инерции растет. Растет, следовательно, и необходимое значение угла капотирования. Кроме того, при полностью заторможенных колесах следует рассматривать вращение самолета при капотировании не относительно оси колеса, а относительно точки касания его с землей.

Соответственно, под углом капотирования самолета, снабженного тормозными колесами, следует понимать угол, составленный плоскостью, проходящей через центр тяжести и точку касания колеса с землей, с вертикальной плоскостью.



При данной высоте шасси угол капотирования определяет вынос колес. Следовательно, при малом выносе самолет имеет склонность к капотированию.

Большой вынос ухудшает условия взлета, т.к., в связи с увеличением нагрузки, приходящейся на костыль, самолет тяжело отрывает хвост.

Кроме того, большой вынос создает при рулежке и пробеге "рыскание" самолета.

Последнее объясняется следующим явлением. Представим себе, что самолет, двигавшийся прямолинейно, по каким либо причинам слегка развернулся (рис. 296).

При развороте изменяется длина плеч относительно ~~оси самолета~~ оси самолета. При этом изменение таково ( $l_1 > l_2$ ), что создается момент, стремящийся увеличить разворот:

Проследим влияние малого и большого выносов при посадке со сносом.

При малом выносе равнодействующая пройдет с. т.т. и ц.т.

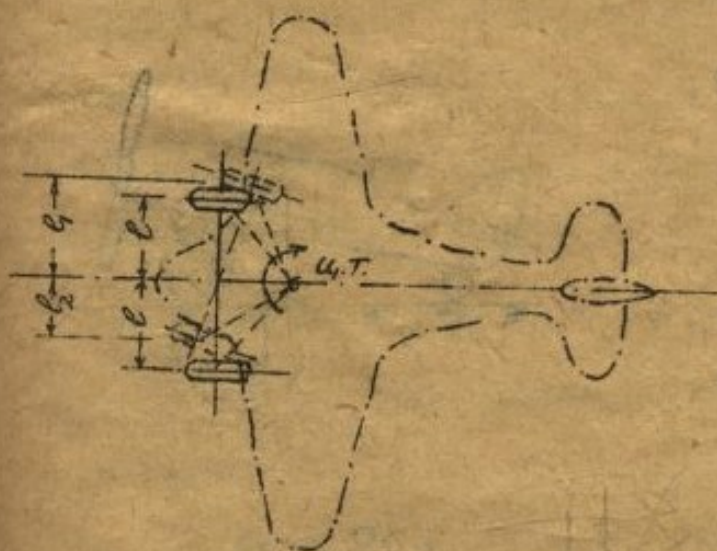


рис. 296.

самолета и момент, созданный равнодействующей относительно ц.т., будет стремиться ставить самолет в направлении абсолютного движения (см. рис. 297)

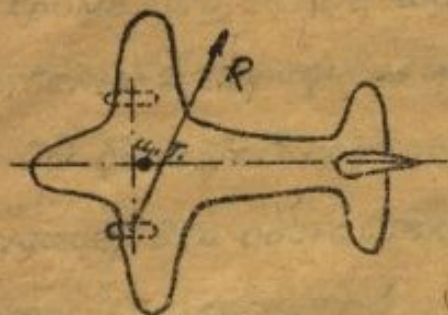


Рис. 297.

При большом выносе момент, созданный равнодействующей, ставит самолет перпендикулярно направлению абсолютного движения, что ведет к опрокидыванию самолета [см. рис. 298].

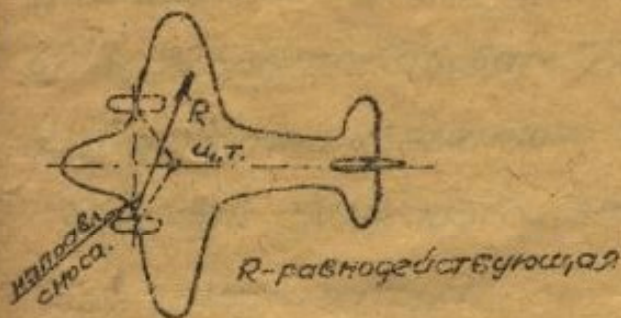


Рис. 298.

Исходя из данных, полученных опытом и расчетным путем (учитывая величину силы трения при заторможенных колесах) установлены следующие соотношения:

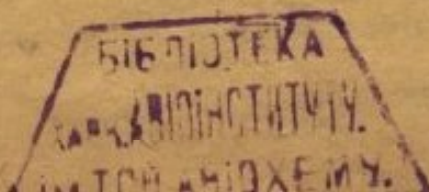
При стоянке самолета на трех точках угол  $\beta$  должен лежать в пределах

$$\beta = (26 \div 30)^\circ,$$

где  $\beta$  - угол, образованный пересечением плоскостей вертикальной и проходящей через точки касания колес с землей и центр тяжести самолета [см. рис. 299].



Рис. 299.



Очевидно, что из условия изгиба стойка получается тяжелой. Кроме того, такое шасси, будучи связано болтами непосредственно с передним лонжероном крыла, передает на последний большой крутящий момент (в особенности при переднем ударе). Это обстоятельство требует постановки мощной нервюры, связывающей передний и задний лонжероны. В итоге, в весовом отношении такое шасси оказывается невыгодным.

Конструкция шасси усложняется тем обстоятельством, что, при посадке со сносом, на стойку передается крутящий момент. Необходимо принимать специальные меры, чтобы воспрепятствовать вращению поршня амортизатора, непосредственно связанного с вилкой колеса.

В данной схеме шасси это достигается квадратным сечением амортизатора.

Восприятие амортизатором больших изгибающих моментов также является минусом конструкции.

Перечисленные недостатки позволяют применять шасси консольного типа только на легких самолетах (до 2-2,5 тонн весом).

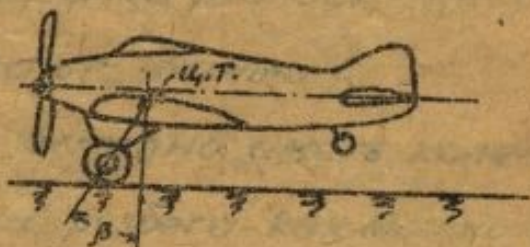
На рис. 292 показано консольное шасси несимметричного типа самолета Г-20.

Недостатки, присущие шасси консольного типа, здесь сказываются в еще большей мере.

Стойки-полуоси сильно нагружены на изгиб при любом характере посадки самолета.

Центр тяжести самолета берется при этом при максимальной передней центровке.

Американские требования формулируются иначе: угол, составленный плоскостями, проходящими через ц.т. самолета, из которых — одна вертикальная, а другая проходит через центр передних колес, должен быть не менее  $12^\circ$  и не более  $20^\circ$ . При этом самолет находится в полетном положении, т.е. ось самолета горизонтальна (см. рис. 300).



Согласно данным эксплуатации рекомендуем принимать  $\beta = 15^\circ - 20^\circ$  (ось самолета горизонтальна) /см. рис. 300/.

Рис. 300.

### с) Величина колеи.

Колея имеет не менее важное значение, чем вынос колес, т.к. она также определяет поведение самолета при передвижении на земле. Вследствие этого размеры колеи регламентированы и отступление от размеров ведет к серьезным неприятностям в поведении с-та.

Малые размеры колеи ведут к уменьшению поперечной устойчивости самолета при рулежке, т.е. к увеличению углов крена самолета при несимметричной усадке амортизаторов и пневматиков (например при кочковатом поле).

Это явление особенно заметно при пробеге на малых скоростях, когда элероны теряют свою эффективность.

Большие углы крена могут иметь следствием поломку конца крыла (особенно у низкоплана).

Положительная сторона малой колеи - малые моменты относительно оси самолета при ударе колес о препятствия, легко компенсирующиеся моментом верти, кального оперения / это особенно важно при разбеге с большой скоростью /.

Самолет, шасси которого имеет широкую колею, идет при разбеге танцующей походкой /в иностранной литературе это явление называют „шимми“/.

Итак, из условий пробега выгодно иметь колею как можно больше. Из условий разбега - как можно меньше. Хорошие результаты дают шасси, ширина колеи которых составляет 17-25% от размаха крыла самолета.

Однако, по мере роста удельных нагрузок на крыло, размах крыльев уменьшается. Наряду с этим растет отношение колеи к размаху крыла. Поэтому, такая регламентация колеи мало удобна.

По американским нормам ширина колеи регламентируется следующими условиями:

1. При виде самолета спереди угол, составленный вертикальной плоскостью сплоскостью, проходящей через ц.т. самолета и точку касания колеса с землей /угол  $\delta$  на рис. 301/, должен быть не меньше  $25^\circ$ .

При определенной высоте шасси это условие четко регламентирует колею.

2. Самолет должен поворачиваться не менее, чем

на  $6^\circ$  вокруг оси, проходящей через одно колесо и  
[проекция этой оси на рис. 301 обозначена  $OO'$ ], так,  
чтобы крыло или оперение не касалось земли.

В наших проектных организациях либо принимают  
этот пункт с тем дополнительным условием, что  
инвентари и амортизаторы на колесе, вокруг которо-  
го поворачивается крыло или оперение, должны быть  
полностью осажены, либо принимают угол  $\theta = 15^\circ$   
[см. рис. 301.  $\theta$  - угол, образованный горизонтальной  
плоскостью с плоскостью, соединяющей точку касания  
колеса с землей и конец крыла].

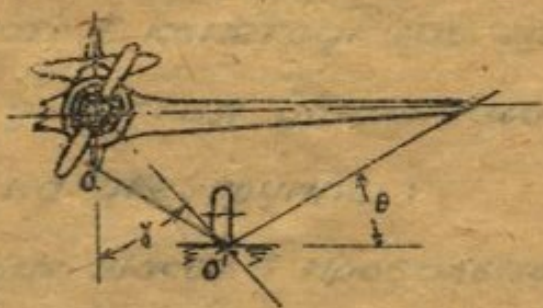


Рис. 301.

## V. Убирающиеся шасси.

(общие сведения).

Весьма трудно установить первую конструкцию убирающегося шасси. Как на первую попытку его применения, однако, указывают на Дж. Мартина, сконструировавшего убирающиеся шасси в 1918 г. Убирание колес производилось в фюзеляж при помощи червячной передачи, приводимой в движение рукой пилота.

В 1922 г. на гоночном самолете Вербиль-Спери-Пилетцер было осуществлено шасси, убирающееся в стороны в крыло, что дало возможность повысить скорость этого самолета на 17% (306 км/ч. вместо 261 км/ч.).

Убирающееся шасси за последнее время завоевало прочное место в конструкции самолетов.<sup>\*)</sup>

По схеме действия убирающиеся шасси можно разделить на две группы:

1. Убирание шасси в продольной плоскости самолета, т.е. убирание вперед и назад по движению самолета.
  2. Убирание шасси в поперечной плоскости, т.е. вбок.
- Начнем с рассмотрения 2<sup>й</sup> группы.

### 2<sup>я</sup> группа.

Убирание шасси в поперечной плоскости, т.е. вбок имеет

<sup>\*)</sup> Выше мы уже указывали, что все самолеты, для которых решающим фактором является скорость (а следовательно все боевые машины) должны иметь убирающиеся шасси.

то преимущество, что при этом оно убирается полностью, не оставляя в потоке никаких деталей (углубления в крыльях, в которые укладываются колеса и подкосы, полностью закрываются).

Однако, такая система имеет и существенные недостатки:

1. Невозможность использования центра плана, занятого убранной шасси, для бензобаков и специальных грузов.
2. Необходимость перерезывания поперечных связей конструкции крыла (нервюр) и обшивки, что ведет к значительному утяжелению крыла.
3. Сложная кинематика убирания шасси, ибо в громадном большинстве случаев приходится, убирая шасси вбок, отводить его назад. Это положение ясно из рис. 302.

Из условия обеспечения достаточного угла капотирования колесо оказывается расположенным под передним лонжероном. Убрать его в междулонжеронное пространство

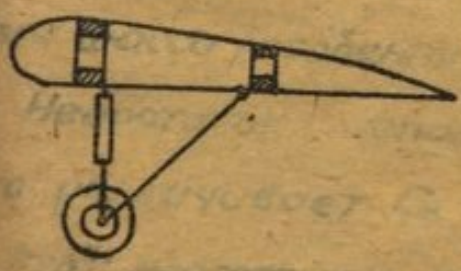


рис. 302.

можно только отведя назад.

4. Невозможно, в случае отказа механизма выпуска шасси, выполнить посадку без значительных повреждений.



5. Подтягивание лэиж /при переходе на зимнее шасси/ требует значительного усложнения конструкции.

Убирание шасси вбок может происходить как в сторону фюзеляжа, так и в сторону; открьлка; первый случай более удобен, т.к. второй вызывает, в большинстве случаев, необходимость установки дополнительных узлов в открьлке, а отсюда: 1) более затруднительное соединение открьлка с центропланом и 2) невозможность отъема открьлка без подстановки козелков под самолет. Кроме того, во втором случае очевиден значительный разнос масс вдоль по размаху крыла.

### 1<sup>я</sup> группа.

Достоинства:

1. Возможность использования свободного центроплана для размещения переменных нагрузок (бензобаков и спец. грузов) вблизи центра тяжести самолета.
2. Возможность избежать перерезывания нервюр.
3. Необходимость только одного движения для подъема и выкладывания шасси.
4. Возможность совершения посадки с невыложенным шасси /особенно в случае убирания шасси вперед/.

Недостаток: неполное убирание колеса из потока, что увеличивает  $C_x$  самолета, снижая его скорость.

Этот недостаток, являющийся решающим для одномоторного самолета, совершенно исключается при убирании шасси в мотокок 2<sup>й</sup> или многомоторного самолета.

Этим обстоятельством и объясняется тот факт, что большинство одномоторных самолетов имеет шасси, убирающееся вбок, а большинство многомоторных - шасси, убирающееся вперед или назад.

Если сравнивать между собой два последних типа убирания, то следует указать на следующие обстоятельства:

### Убирание шасси назад.

1) Влечет за собой перемещение назад центра тяжести самолета на 1-1,5%. При выкладывании шасси - ц.т. перемещается вперед. Это обстоятельство следует отнести к недостаткам системы, т.к. с точки зрения балансирования самолета в воздухе выгодно иметь как раз обратное (при выкладывании шасси, связанном с появлением дополнительного пикирующего момента, выгодно иметь перемещение ц.т. назад).

2) При выкладывании шасси, встречный поток оказывает сопротивление.

### При убирании шасси вперед.

1) Центр тяжести перемещается в желательном направлении и

2) поток помогает выкладыванию шасси.

Однако, эта система имеет свои серьезные недостатки:

1. Сочетание мотокока с неполностью убраннным колесом дает в этом случае значительно большее сопротивление нежели при убирании колеса назад.

2. При выложенном шасси, открытые вырезы в носке крыла сильно портят взлетные качества самолета.

### Привод шасси.

По типу приводов системы подъема шасси разделяются на:

1. Механические
2. Гидравлические
3. Электромеханические
4. Электрогидравлические
5. Пневматические
6. Гидропневматические.

Механические системы, действующие от руки, могут с успехом применяться только на небольших самолетах. Фирмой Эйркрафт-компонент были поставлены опыты с целью выяснения максимальной работы, которую способен создать пилот. Эти опыты показали, что можно без особого напряжения производить давление на ручной рычаг, равное 6,8 кг., делая 60 одинаковых движений на протяжении 300 мм в течение одной минуты. Если механический к.п.д. принять равным 70%, то это дает общую работу в 87 кг.м. Принимая вес удварающегося шасси равным 5-8% общего веса самолета и исходя из максимальной работы пилота (87 кг.м.), основатель фирмы-известный американский конструктор Даути считает, что механизмы, действующие от руки, могут применяться только на самолетах с общим весом 1900-2200 кг.

Разумеется, этот предел только приблизительный и будет зависеть от конструкции убирающегося шасси.

При выборе той или иной системы убирания шасси следует исходить не только из возможности обеспечения необходимой для подъема работы, но и из условия времени, необходимого на подъем и выкладывание шасси. По американским нормам шасси гражданского самолета должно подниматься за 60 сек. и опускаться за 30 сек.

Шасси самолета Локхид Орион поднимается за 40 сек. и опускается за 9 сек. Поднятие шасси самолета Хестон-Феникс осуществляется за 20 сек., опускание за 16 сек.

В гидравлических системах, во избежание утяжеления системы убирания, рабочие давления должны быть достаточно велики. В большинстве случаев применяются давления от 17 до 50  $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ .

Ниже, при ознакомлении с примерами конструкций убирающихся шасси, мы рассмотрим все вышеперечисленные виды управления подъемом шасси.

### Обеспечение безопасности при посадке с убирающимся шасси.

Основное требование к шасси - безотказность.

По каким либо причинам (поломка привода, засорение трубопровода и т.д.) механизм управления шасси может отказать и пилот будет лишен возможности выложить шасси перед посадкой.

В военных машинах надо предусмотреть также возможность прострела какого либо звена механизма.

Для обеспечения безопасности посадки к шасси предъявляются такие требования:

1. Возможность проверки состояния шасси и
2. — — — выкладки шасси при порче какого либо звена основной системы.

Первое требование выполняется путем применения всевозможных видов сигнализации, второе — устройством дублирующих, аварийных механизмов выкладки шасси. Сигнализация осуществляется в виде световой, звуковой или механической. Помимо сигнализации желательно иметь возможность непосредственного наблюдения положения шасси при помощи перископа или небольших окон в полу кабины. Подобное наблюдение является самым надежным.

Электрическая сигнализация наиболее проста, имеет небольшой вес, но обладает следующими недостатками: 1. Перестает работать при порче электросети,

2. Прибор показывает только крайние положения шасси и не показывает промежуточных положений,

3. „Острота“ настройки контактов мала, что особенно важно при таком шасси, которое должно иметь точно-фиксированное конечное положение.

Механическая система сигнализации может быть выполнена в виде циферблата, у которого отклонение стрелки показывает угол отклонения какого либо звена.

шасси, эта стрелка связывается с последним жесткой тягой или тросом Бюдена.

Часто механическая система сигнализации дублирует электрическую. Утомляемость летчика часто ведет к невнимательному наблюдению за приборами.

В этом случае световая сигнализация не дает надежных результатов. Кроме того, летчики часто ради экономии электроэнергии гасят лампочки. В некоторых системах лампочки автоматически гаснут через 15-20 сек.

Для того, чтобы напомнить пилоту о необходимости выложить шасси при посадке служит звук.

Сирена или зуммер звучит в том случае, если пилот перед посадкой убирает газ не выложив шасси / даже в случае порчи мотора, пилот инстинктивно сбавляет газ, тем самым включая сирену /.

Примеры различных типов сигнализации будут показаны ниже при рассмотрении отдельных схем шасси.

Аварийный выпуск шасси может осуществляться при помощи гидравлической, пневматической или механической проводки, работающей независимо от основной системы убирания шасси.

Примеры пневматической и гидравлической аварийных систем были рассмотрены в IV выпуске курса / "Управление самолетом" / при рассмотрении систем Dowty / пневматический аварийный выпуск / и Saunders / гидравлический аварийный выпуск /.

Однако, дублирование гидравлической или пневма-

тической системы на всем пути ее следования, оказывается довольно сложным и не дает полной гарантии безопасности. Наиболее часто применяемые механические системы аварийного выпуска шасси будут рассмотрены ниже.

Для того, чтобы предохранить шасси от складывания при посадке и удерживать шасси в убранном положении служат замки.

В случае гидравлической системы подъема шасси, замки нужны далеко не всегда.

Гидравлический подъемник, благодаря тому, что масло практически несжимаемо, сам может служить хорошим замком. Однако, пользоваться этим свойством для избежания необходимости постановки замков следует лишь тогда, когда при посадке на подъемник не передается значительных усилий.

Примером такой системы, не нуждающейся в замке для удержания шасси в выложенном положении, является шасси самолета Эрспид Курвер [рис. 303].

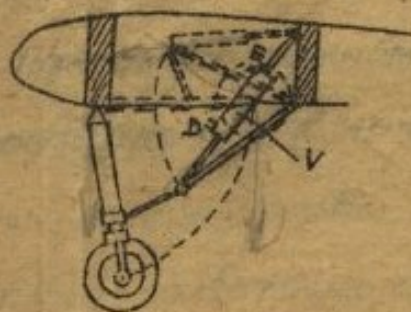


Рис. 303.

Подъемник "V" является отличным замком, не испытывая никаких дополнительных нагрузок [на масло] при посадке.

Благодаря наличию угла  $\theta = 2-3^\circ$ , при пробеге самолета по аэродрому всег-

да имеется небольшая сила, растягивающая подъемник „V”. (При пуске масла в штуцер D подъемника, последний сокращается и складывает шасси, ломая подкос в точке B).

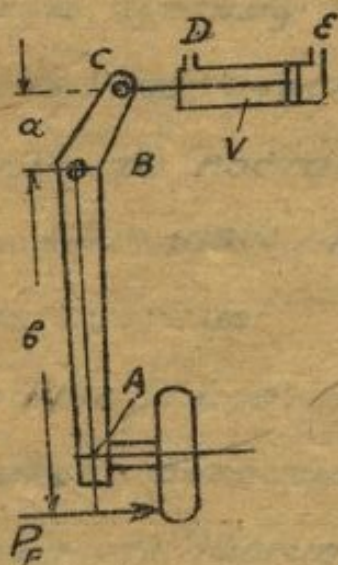


Рис. 304.

На рис. 304 показана система убирания шасси вбок типа Кодрон - 460.

При пуске масла в штуцер E подъемника V, поршень последнего выдвигается и вращает консольную тягу вокруг шарнира B, убирая таким образом, колеса в крыло.

Здесь подъемник также может играть роль замка.

Однако при посадке со сносом на масло будет действовать сила  $P = P_F \cdot \frac{b}{a}$ .

Давление на масло под влиянием силы P будет, очевидно, много больше давления необходимого для убирания шасси. Повышение давления в системе связано с утяжелением ее и усложнением уплотнений.

Поэтому в данном случае нет смысла использовать подъемник V в качестве замка. Лучше дать дополнительный замок, чтобы разгрузить тем самым подъемник от сил действующих на него при посадке.

При пневматической или троссовой системе убирания шасси, замки, фиксирующие выложенное положение



ние могут отсутствовать лишь в том случае, если усилие, действующее по тросу или на поршень воздушного цилиндра при посадке равно нулю и шасси не может сложиться от сотрясения при пробеге. Если шасси имеет гидравлическую систему подъема шасси и аварийную тросовую или пневматическую, следует, при решении вопроса о необходимости постановки замка, исходить из фиксации положения шасси при выкладывании его с помощью аварийной системы.

Аналогично решается вопрос о необходимости постановки замков, фиксирующих убранное положение шасси. На самолете Эйрсид Курьер, например, (рис. 303) целесообразно поставить такой замок, ибо, при возникновении перегрузки в полете, сила  $P = G_k \cdot n$  будет давать значительную составляющую по подъемнику, оказывающую давление на масло.

(Здесь:  $G_k$  - вес колеса и части шасси

$n$  - перегрузка при криволинейном полете).

Замыкаться замки должны автоматически. Размыкаются они обычно принудительно приводом от пилота (механическим, гидравлическим, пневматическим или электрическим). При конструировании замка следует стремиться к тому, чтобы размыкание его не требовало отдельного движения пилота, а было связано с общей системой подъема шасси.

Примеры различных типов замков будут рассмотрены ниже.

## VI. Конструкции убирающихся шасси.

### A. Шасси убирающиеся назад.

На фиг. 139 представлено шасси убирающееся назад в кок мотора. Вильчатая нога шасси, образованная двумя связанными между собой гидро-пневматическими амортизаторами, крепится шарнирно двумя узлами "к" (отдельно показанными на фиг. 139<sup>б</sup>) к жесткой пирамиде, связанной с передним лонжероном и нервюрой крыла. При проектировании шасси не следует забывать, что расстояние между колесом и поперечной, связывающей амортизаторы, должно быть на 20-25 мм больше максимального хода амортизатора, чтобы поперечина не препятствовала вращению колеса при посадке.

Ломаный подкос, представляющий собой две рамы (из которых рама "АБ" - плоская, а рама "РАФС" - пространственная), соединенные между собой шарниром "А" (показанным отдельно на фиг. 139<sup>б</sup>), крепится в узле "Б" к вильчатой ноге шасси, а в узлах "Г" и "Д" - к пирамидам "авс" и "dke", жестко связанным с задним лонжероном крыла.

Узел "Г" отдельно показан на фиг. 139<sup>б</sup>.

Подъемник "RM" нижним концом штока соединен шарнирно в узле "Р" с верхней рамой ломаного подкоса, а верхним концом цилиндра шарнирно связан с верхним поясом заднего лонжерона (узел М).

Работа системы / фиг. 139 и рис. 305.

При пуске масла под поршень подъемника, последний сокращается <sup>х)</sup> и шток увлекает за собой узел „R“ верхней рамы ломающегося подкоса, заставляя узел „A“ описывать дугу AA' вокруг оси „FS“.

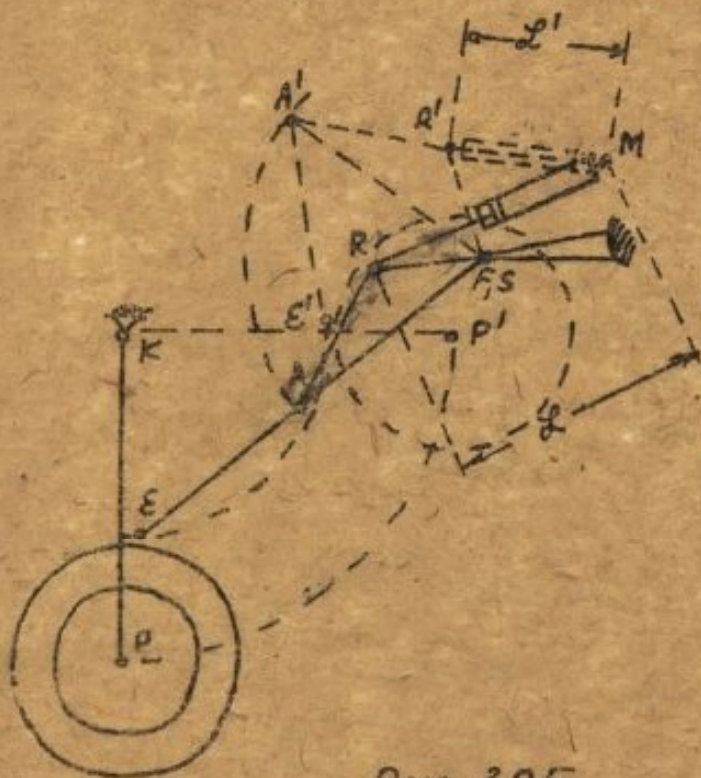


Рис. 305.

Стержень „AE“ увлекает ногу „KR“. Колесо перемещается назад и вверх, описывая дугу вокруг точки „K“.

Выкладывание шасси осуществляется пуском масла в другую (правую) полость цилиндра подъемника.

Для гарантирования шасси от складывания при пробеге самолета по аэродрому в случае повреждения масляной системы / когда подъемник RM не может служить замком/, желательно: либо иметь угол, составленный верхней и нижней рамками ломающейся ноги на  $2^{\circ}$ - $3^{\circ}$  отличным от  $180^{\circ}$ , с таким расчетом, чтобы при пробеге всегда существовала сила стремящаяся удержать шасси в выложенном состоянии / см. выше описание шасси

<sup>х)</sup> См. размеры L и L' на рис. 305.

самолета Эйрстиг Курвер), либо имеет замок.

На фигурах 140<sup>а</sup> и 140<sup>б</sup> показана схема шасси, снабженного замком на ломающемся подкосе.

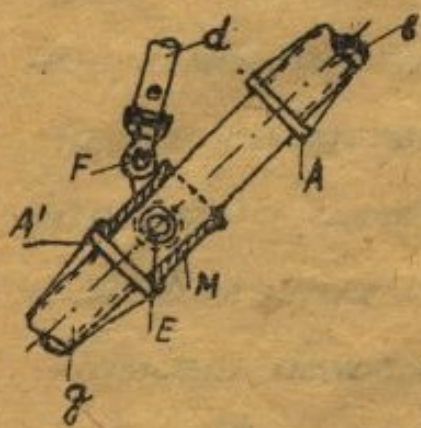


Рис. 30б.

- g - нижняя часть подкоса.
- B - верхняя — — — — —
- A и A' - упоры-ограничители движения муфты.
- M - муфта
- E - шарнир/сочленение подкоса/
- d - шарнирный стержень
- F - шарнир крепления стержня к муфте.

Верхняя часть ломающегося подкоса представляет собой пирамиду с одним шарнирным стержнем. Этот стержень нижним концом соединен с муфточкой, охватывающей сочленение ломающегося подкоса при выложенном положении шасси (см. рис. 30а).

При пуске масла в подъемник, пирамида деформируется и шарнирный стержень, d, оттягивает муфточку (замок), освобождая сочленение.

При дальнейшем движении поршня-подъемника муфточка доходит до упора и натяжение шарнирного стержня пирамиды влечет за собой складывание шасси.

Недостатком данной системы является необходимость обеспечения малых габаритов узла, охватываемого замком, что противоречит требованиям прочности. При посадке со сносом, когда на сочленение ломающегося подкоса действует пара сил, малые размеры плеч пары (в связи с малыми габаритами узла) являются причиной возникновения больших сил.

Помимо основной системы управления шасси на фиг. 140 A и 140 B виден тросс гарантийной системы соединенной с рычагом „Z“.

Рычаг „Z“ свободно сидит на оси узла „B“. Вилочатое его основание охватывает зуб „Q“ жестко связанный с осью (см. рис. 307 и 308). С той же осью жестко связана втулка „D“ дуги „C“ пирамидки ломающегося подкоса. Втулка „E“ стержня „B“ ломающегося подкоса свободно сидит на оси. (В отличие от предыдущей конструкции, где стержень „t“ и дуга пирамидки крепятся на общей втулке узла „F“, здесь дуга „C“ должна иметь свободный ход относительно стержней „a“ и „b“ ломающегося подкоса для перемещения замка).

При подъеме шасси зуб „Q“, будучи жестко связан (через ось) с дугой „C“ ломающегося подкоса, поворачивается и упирается в выступ „S“ рычага „Z“. Рычаг, свободно сидящий на оси „O-O“, остается неподвижным, удерживаемый амортизатором „V“

и тросом "e"

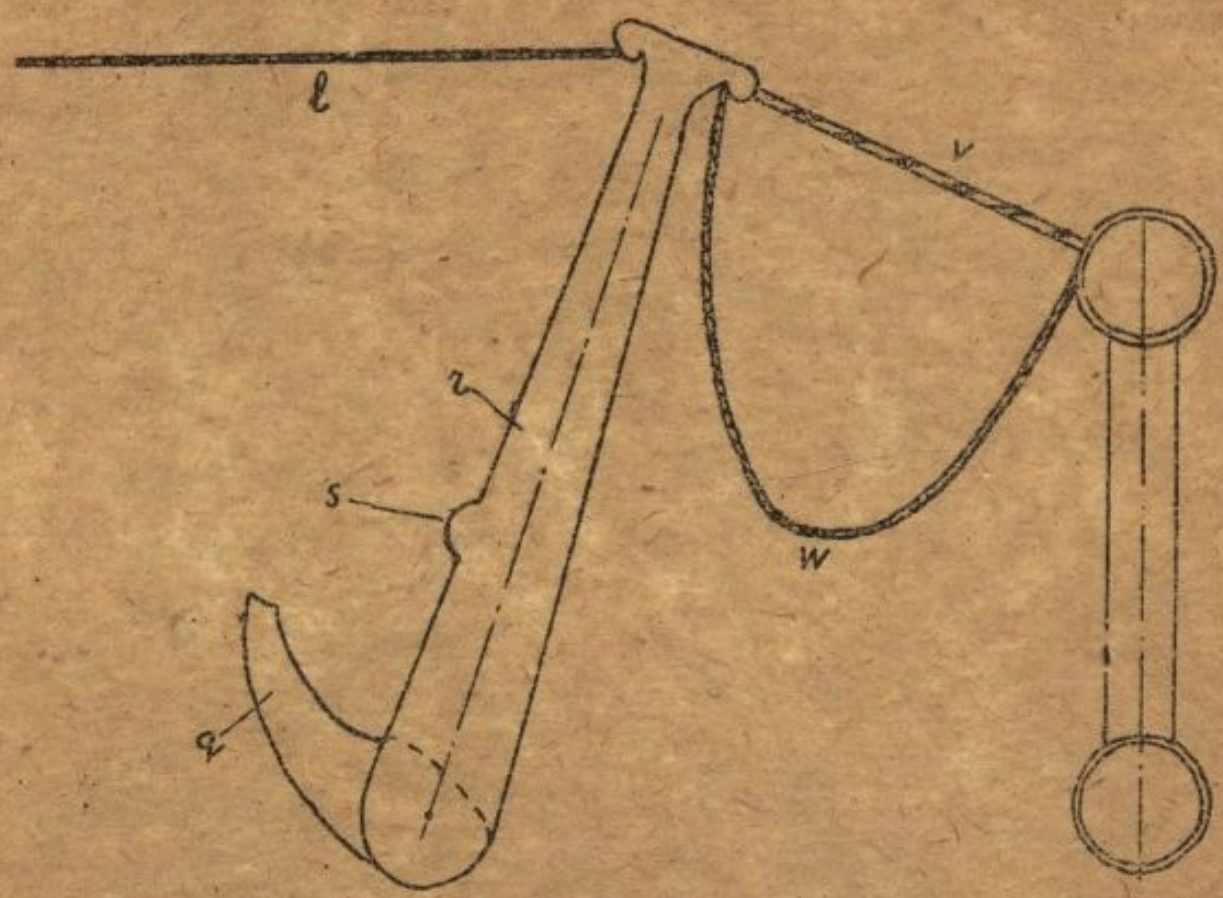


Рис. 307.

узел "В"

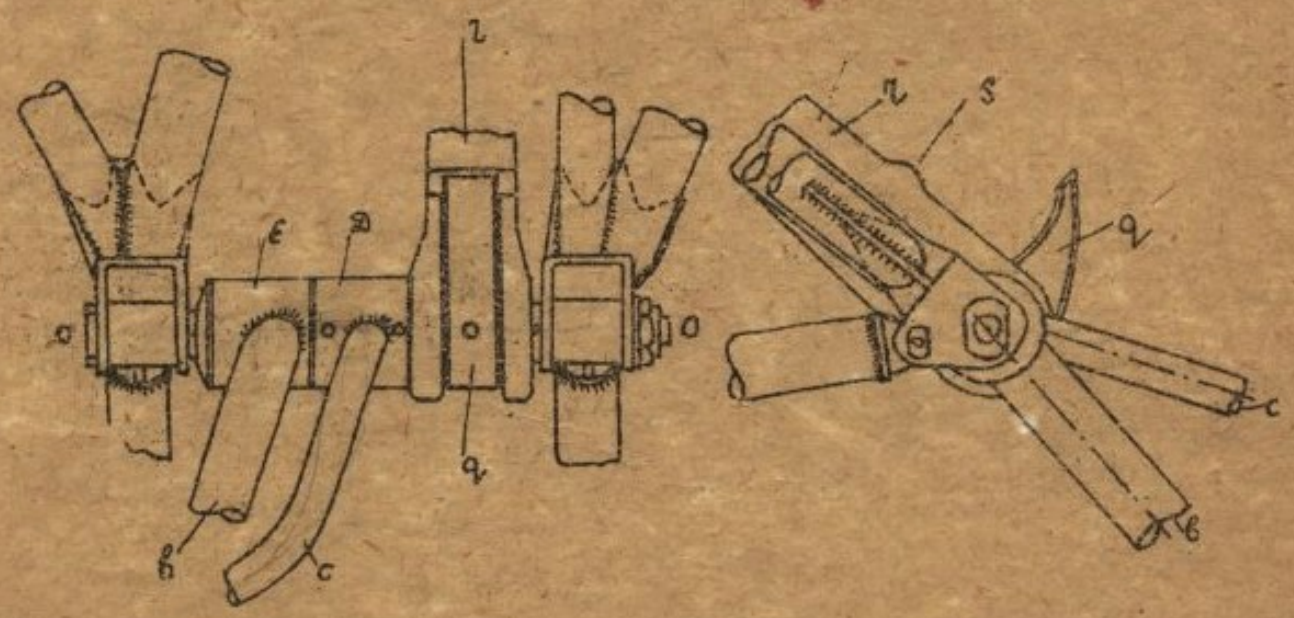


Рис. 308.

В случае выхода из строя гидравлической системы, пилот тянет к себе тросс „В“, поворачивая тем самым рычаг „Л“, при этом упор „S“ на рычаге нажимает на зуб „Q“, а последний, будучи жестко соединенным с дугой ломающегося подкоса, заставляет ее опуститься, что ведет к выключению шасси и замыканию замка.

Тросс „W“ ограничивает растяжение амортизатора „У“, когда шасси полностью выложено.

Можно упростить гарантийную систему, объединив зуб „Q“ и связав рычаг „Л“ жестко со втулкой „D“ (Такие системы имеются на многих самолетах).

При этом рычаг „Л“ следует за всеми движениями дуги „С“. Тросс „В“ образует петлю „Б“, стянутую амортизатором „W“ (рис. 309), позволяющую

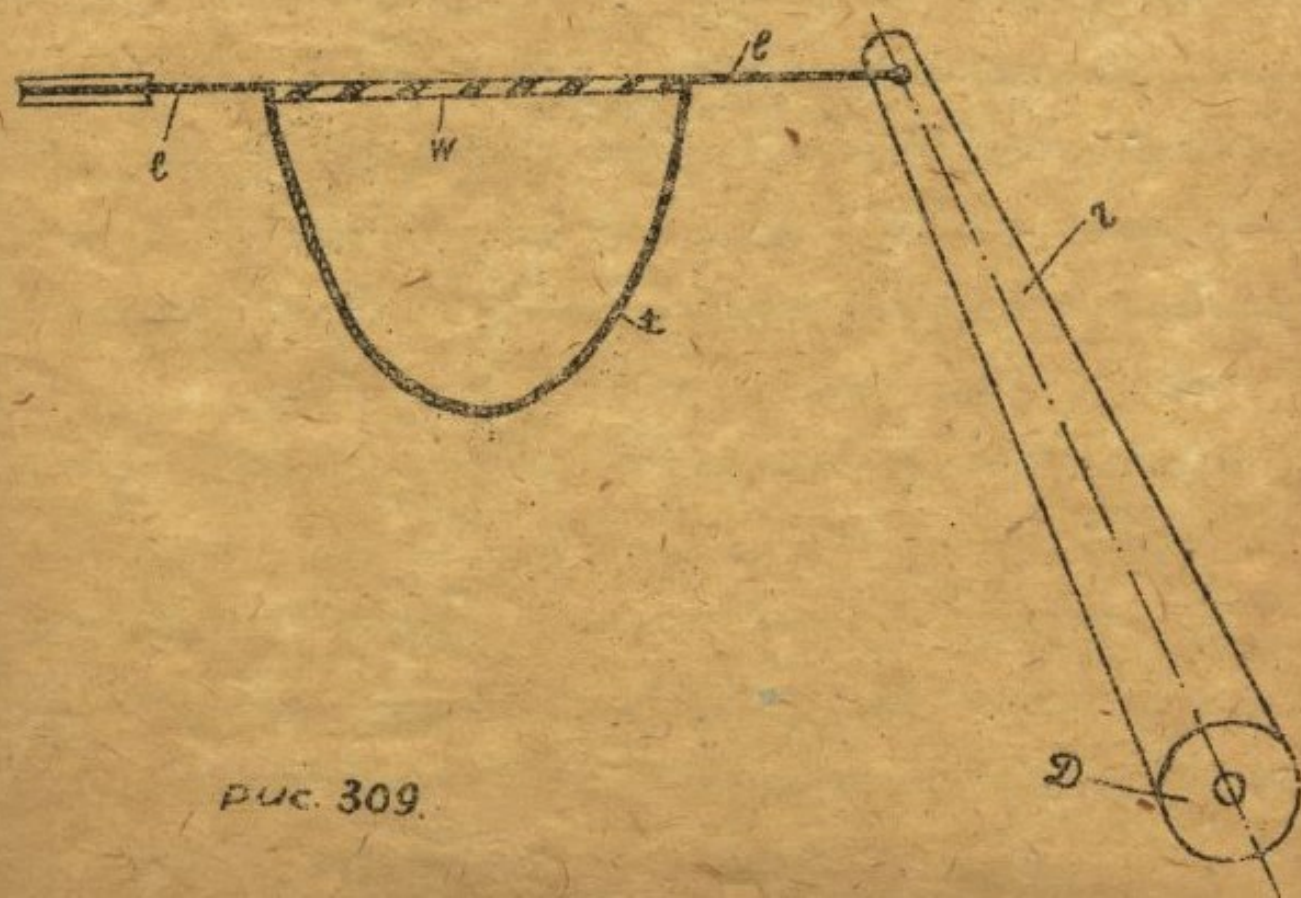


рис. 309.

рычагу „Т“ поворачиваться вправо при подъеме шасси. Длина петли „С“ равна перемещению рычага; таким образом, при поднятом положении шасси петля „выбрана“. В случае отказа основной системы, пилот натягивает тросс „Е“ и опускает шасси.

Эта система имеет по сравнению с вышеописанной тот недостаток, что при поднятом положении шасси тросс нагружен силой сопротивления растянутого шнура.

На фиг. 141 также показано шасси убирающееся назад. Особенность его конструкции та, что при складывании шасси гидро-пневматический амортизатор сохраняет свое положение, что, как указывалось выше (вып. 5), значительно улучшает работу уплотнения. Амортизатор шарнирно крепится верхним концом к верхнему поясу переднего лонжерона крыла, а своим нижним концом - к поперечной оси вильчатой ноги шасси. К нижнему поясу переднего лонжерона шарнирно крепится рамка, состоящая из двух фрезерованных звеньев связанных листом; своим нижним концом она крепится также шарнирно на одной оси с нижним концом амортизатора.

Амортизатор и рамка образуют пирамиду, вокруг нижней вершины которой вращается передняя рама шасси при убирании его.

При нормальной посадке, усилие, передаваемое



передней рамой шасси, раскладывается на две составляющие: по рамке и по амортизатору.

Амортизатор сокращается, поглощая энергию удара. Наличие одного амортизатора в системе вместо двух [как в предыдущих системах] удобно в двух отношениях:

1. Меньше сказывается неравномерность нагрузки на оба колеса при пробеге самолета по кочкватому полю. Однако, таким способом можно крепить лишь амортизатор со сравнительно небольшим ходом, так как высота амортизатора лимитирована высотой лонжерона крыла и величиной угла между амортизатором и рамкой.

2. При производстве шасси, несколько разгружается механический цех [обычно самый загруженный].

Для того чтобы избавить рамку, жесткую только в своей плоскости, от работы на кручение под влиянием пары сил, передаваемой передней рамой шасси при посадке со сносом, необходимо передать составляющую этой пары на плоскость амортизатора. С этой целью головка поршня и стакан, к которому крепится цилиндр амортизатора, разбиты в удлиненные втулки / "А" и "В" на рис. 310 /; таким образом достигнута, необходимая для восприятия момента, база. Боковая сила воспринимается рамкой. Ломающийся подкос шасси состоит из двух

плоских рам. С целью обеспечения достаточно большого угла между плоскостью ломающегося подкоса и гидравлическим подъемником / либо по мере уменьшения этого угла, резко возрастают усилия, которые нужно развить в подъемнике для убирания шасси /, точка крепления верхней рамы вынесена вниз относительно заднего лонжерона. \*)

Это обстоятельство требует значительного усиления нервюры с целью избежания работы заднего лонжерона крыла на кручение.

В этом отношении данная конструкция шасси уступает ранее рассмотренным системам /с креплением подъемника к вершине пирамидки/.

Работа механизма подъема ясна из рис. 311.

На фиг. 142 и рис. 312 также представлено шасси, убирательное назад, принадлежащее одному из наших самолетов.



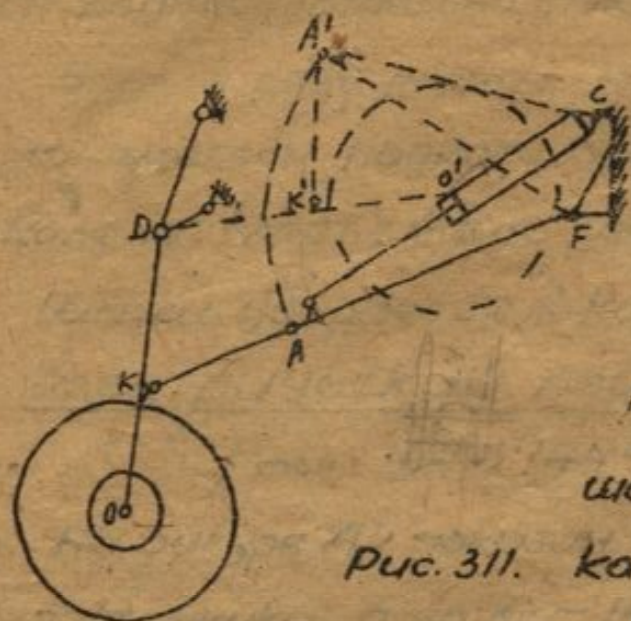
Рис. 310.

Ломаящийся подкос этого шасси состоит из двух частей. Нижняя часть представляет собой раму, охватывающую колесо.

Поперечная труба "N" рамы свободно охватывает трубу "M". С трубой "M" жестко связаны траверса "T" и рычаг "K" /см. рис. 312 и фиг. 142 2/.

\*) Вынос вперед диктуется кинематикой складывания шасси.

к траверсе „Т“ крепятся трубы „J“ и „J'“, образуя шарнирный четырехзвенник – одну из сторон верхней части ломающегося подкоса. Другая же сторона представляет шарнирный треугольник, образованный трубой „L“ и подъемником „P“.



При полностью выложенной шасси, трубы „J“ и „L“ упираются в ограничители „Q“ и „R“ (фиг. 142<sup>а</sup>).

При пуске масла в подъемник шасси складывается как по-

Рис. 311. Казано пунктиром на фиг. 142

Недостаток системы – наг-

ружение подъемника при посадке.

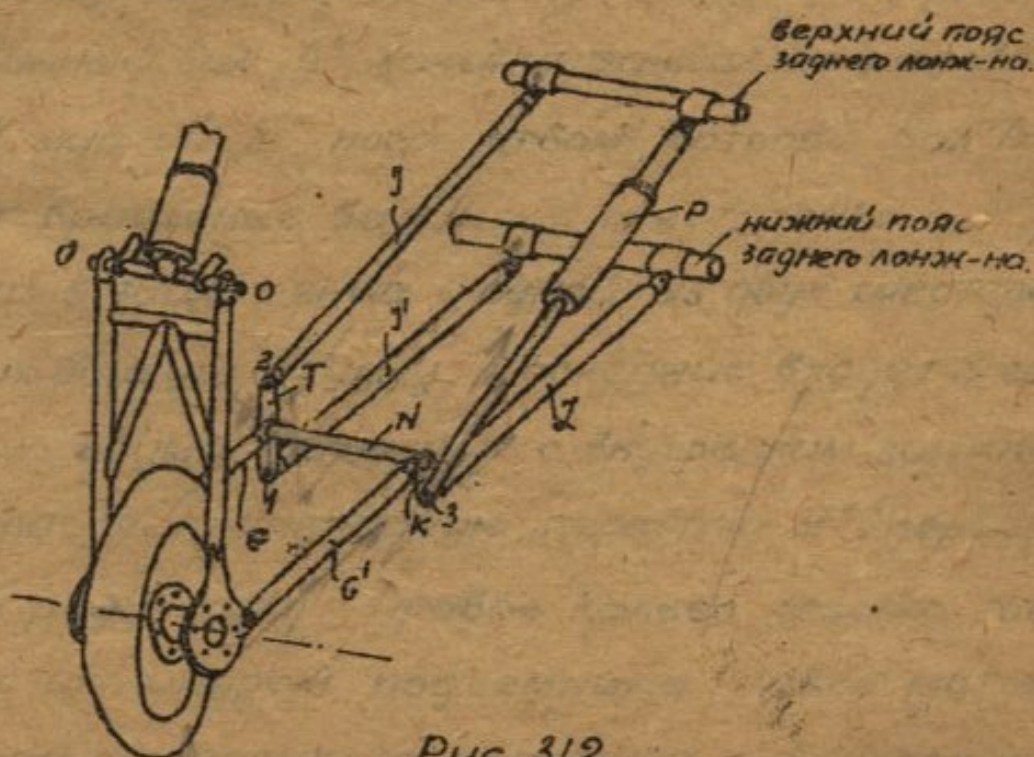


Рис. 312.

## Шасси самолета Amiot - 341.

(Amiot - 341. Франция)

Конструкция. (Фиг. 143).

Шасси состоит из вилчатой ноги с двумя oleo-пневматическими амортизаторами и ломающегося подкоса, отдельно показанного на фиг. 143.

В узле соединения нижней и верхней рам ломающегося подкоса помещено "электрическое колено" /подъемник шасси/.

Шасси убирается в кок мотора.

Электрический подъемник шасси.

/фиг. 144 и 144<sup>а</sup>/.

На фигуре 144 показан продольный разрез электро-подъемника, а на фиг. 144<sup>а</sup> - обlique вид подъемника и его крепление в узле ломающегося подкоса.

К правому концу вала электромотора "М" присоединен длинный вал "А", заканчивающийся фрикционной муфтой "Е", посредством которой вал "А" передает вращение валику с шестеренкой "Р", входящей в зацепление с одной из двух шестерен, имеющих общую втулку. Последние входят в соединение с двумя колесами с внутренним зацеплением, образуя планетарную передачу "Р" /первую ступень редуктора/. Правое колесо жестко соединено с цилиндром подъемника, левое может вращаться на шарикоподшипниках по внутренней

поверхности цилиндра.

При пуске мотора „М“ вместе с валом „А“ начинает вращаться диск „Р“, жестко соединенный с валом.

Контргрузы „М“, шарнирно укрепленные на диске „Р“, расходятся и упираются своими концами в подшипник „В“, оканчивающийся выступом „А“; последний оттягивает палец /замок/ „У“, освобождая тем самым, хомут „К“.

В то же время подшипник „В“ толкает палец „д“, который вводит в зацепление шестерню „Э“ с шестернями „С<sub>1</sub>“ и „С<sub>2</sub>“. Шестерня „С<sub>1</sub>“ является продолжением левого планетарного колеса, а на одной втулке с шестерней „С<sub>2</sub>“ выполнена шестерня „Р'“, связанная через шестерню „У'“ с зубчатым колесом на внутренней поверхности хомута „К“.

Шестерни „Р'“, „У'“ и зубчатое колесо на хомуте „К“ образуют вторую ступень редуктора.

Двуступенчатый редуктор обеспечивает передачу  $\approx 1:3500$  / При 7000 об/мин. электромотора, хомут „К“ поворачивается вокруг цилиндра подъемника на  $168^\circ$  за 15 сек. /

Цилиндр подъемника жестко связан с верхней парой стержней ломающегося подкоса. Хомут „К“ заканчивается ухом „О“, охватывающим трубу „Т“, жестко соединенную с нижней парой стержней ломающегося подкоса. Вращаясь, хомут „К“ через ухо „О“ заставляет трубу „Т“ вращаться вокруг оси цилиндра.

ра подъемника, являющегося осью шарнирного соединения стержней ломающегося подкоса.

Таким образом осуществляется складывание подкоса и подъем шасси /см. фиг. 143/.

Шасси снабжено гидравлическим амортизатором "F" с лопатками, назначение которого - тормозить опускание шасси.

Амортизатор тормозит среднюю часть хода шасси при опускании; конец хода не тормозится для обеспечения замыкания в выложенном положении.

Q - резервуар амортизатора.

Замыкание в поднятом положении осуществляется крючком "A", захватывающим конец рычажка "B" /фиг. 143/. Управление размыканием - механическое, связанное с рычагом управления подъемом шасси.

Назначение фрикционной муфты "E" - плавное включение передачи при пуске электромотора.

Электроподъемник дополнен гарантийным устройством для выкладки шасси, состоящим из двух шатунов, закрепленных верхними концами на стержнях верхней половины подкоса /выше оси вращения подъемника/, а нижними - присоединенных к стержню "t", проходящему внутри трубы "T".

При выложенном положении шасси, шатуны образуют различные углы с плоскостью подкоса, вследствие чего, при подъеме шасси стержень "t" закручивается.

Энергия закрученного стержня и обеспечивает выкладывание шасси при отказе электромотора.

Вес электрического колена, включая гарантийную систему, - 18 кг. Половина шасси весит 190 кг [при полетном весе самолета 5000 кг.]

Подъем шасси, как указывалось выше, осуществляется за 15 сек.

Достоинства системы:

1. Компактность всего механизма подъема.
2. Возможность без особого труда высоко поднять колеса.

В гидравлических системах подъема ход подъемника лимитирует высоту подъема колеса. При проектировании шасси с гидравлическим подъемником приходится затрачивать много времени на подыскание таких положений шарниров, при которых обеспечивалось бы достаточно полное убирание шасси. Недостаток электрического колена - сложность в производстве.

Шасси самолета Canadair-640

[Кодрон-640. Франция].

Конструктивное оформление шасси исключительно просто [фиг. 145]. Шасси представляет собой раму, состоящую из двух олеоневматических амортизаторов, охватывающую колесо. Рама шасси шарнирно крепится к одному из поперечных стержней моторамы [точка "В" на рис. 313].



Два подъемника шарнирно крепятся к раме шасси в точке „К“. При пуске масла в подъемники, точки „К“ переходят в „К'“, при этом рама шасси вращается вокруг оси „В-В“, колесо перемещается назад.

Система управления подъемом шасси фирмы Messier подробно рассмотрена нами в разделе „Управление самолетом“ (выпуск 4).

При посадке самолета (в особенности при переднем ударе колеса), подъемник нагружается значительными усилиями. Однако, давление масла не передается в трубопровод, благодаря наличию гидравлического замка (4 на фиг. В1).

Такую простую схему подъема шасси удалось осуществить в связи с тем, что конструкторы не стремились (как это бывает в большинстве случаев) убрать колесо как можно выше; в их распоряже-

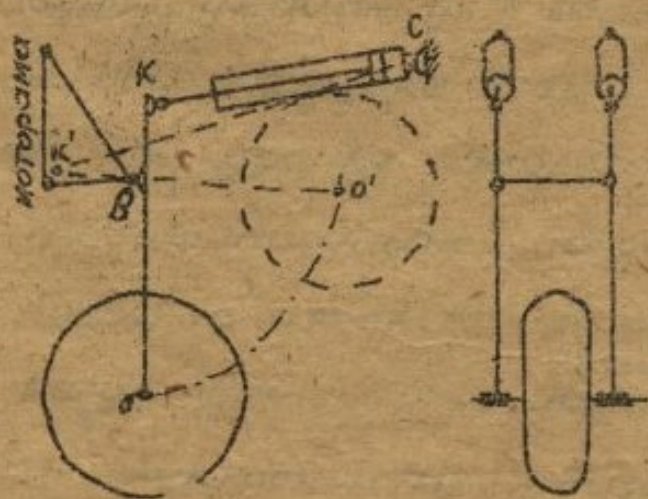


Рис. 313.

нии смелись достаточно большие, по высоте, габариты мотокока рядного, перевернутого мотора. Недостаток системы - наличие двух подъемников на одной половине шасси.



/Обойтись одним подъемником, расположенным по оси симметрии рамы, было невозможно, так как колесо, при убирании шасси, пересекает плоскость подъемников/.

Шасси самолета Potez-63 /фиг. 146/.

/Потез-63. Франция/.

Нога шасси "J", включающая oleоневматические амортизаторы, шарнирно крепится к пирамиде, связанной с передним и задним лонжероном крыла. Ломающийся подкос, состоящий из двух рам, соединенных между собой шарниром "C'", крепится нижним концом к цилиндру амортизатора, а верхним концом - к нижнему поясу заднего лонжерона.

К концам ломающегося подкоса прикреплен амортизационный шнур "E". Шток подъемника "V" связан шарниром "O" с пирамидой ломающегося подкоса. Цилиндр подъемника шарнирно крепится к заднему лонжерону крыла.

"B" - звено, служащее для замыкания шасси на земле /при разгрузке всей гидравлической системы при стоянке самолета/.

"G" - щиток, защищающий систему от грязи.

"P" - предохранитель от камней.

"B" - регулируемый упор убранного шасси.

"K" и "K'" - электроконтакты визуального и звукового контроля положения шасси.

Система гидравлического управления подъемом

шасси /фиг. 147/ аналогична системе, установленной на самолете „Caudron-640“ /так-же фирмы Messier/.

Пилот, поворотом ручки „6“, вытягивает боевой шнур „7“ /натяжение которого регулируется тандером „8“, чем приводит в действие мото-помпу „1“; помпа начинает нагнетать масло в магистраль из резервуара „2“ через обратный клапан „9“. Масло из помпы попадает в распределительную коробку „3“, имеющую два управляемых клапана и один автоматический. Перед коробкой поставлен манометр „4“ до  $150 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ .

Установкой ручки распределительной коробки в положение „М“, пилот посылает масло под поршень подъемника для убирания шасси.

Положение ручки „Э“ соответствует выкладыванию шасси. В случае отказа моторной помпы, шасси может быть выложено или убрано с помощью ручной гарантийной помпы.

При выдвиги из строя всей гидравлической системы, шасси выкладывается амортизационным шнуром /растянутом при убранном положении шасси/.

### СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ /фиг. 148/.

Сигнализация на самолете Potez-63-электрическая двух типов: визуальная и звуковая.

В промежуточные моменты опускания или подъема шасси, пружинные контакты „К“ и „К'“ замкнуты

и все четыре лампочки на приборной доске горят. При полностью убранном шасси контакт "К" нажатием упора размыкается и зеленые лампы (нижняя пара) гаснут. Горят только красные - сигнал убранного шасси. При полностью выложенном шасси гаснут красные лампочки (вследствие замыкания контактов "К"), зеленые лампочки горят.

Звуковая сигнализация осуществляется при помощи контакта "К" на ручке управления газом.

Когда ручка стоит на "Полном газе" - "ouvert" - контакт разомкнут. При убирании газа (прикрытие дросселя мотора), контакт "К" замыкается (т.к. ручка, отходя влево, перестает нажимать на него) и, если при этом шасси убрано, то контакт "К" также замкнут. Цепь замкнута и зуммер начинает звучать, давая сигнал пилоту о необходимости выкладки шасси.

### Шасси самолета De Havilland "Comet" (фиг. 149).

(De - Хэвилэнд, "Комет". Англия).

Система управления подъемом шасси - механическая. При вращении тросом барабана-гайки, последний тянет вверх винт, укорачивая, таким образом, вылетающее звено. В результате ломающийся подкос складывается и шасси убирается в мотокок. Т.к. передача осуществлена самотормозящейся, возможна посадка с полностью выложенным шасси.

Система очень проста и может быть рекомендована для легкого самолета.

При применении такой системы подъем шасси на самолете среднего веса, потребуются большая работа пилота и много времени для подъема шасси.

### Щитки.

На фиг. 150 и 151 представлено шасси самолета ЦАГИ-35.

Конструкция шасси и работа механизма подъема ясны из чертежей.

Интересна конструкция створчатых щитков, закрывающих люк в мотококе при убранном положении шасси. Щитки связаны жесткими тягами с системой шасси и открываются или закрываются принудительно при опускании или подъеме шасси.

Другой тип щитков представлен на фиг. 152.

Щитки закрывают люк в убранном положении при помощи двух скрещенных шнуровых амортизаторов.

При выкладывании шасси, колесо нажимает на концы створок, которые, поворачиваясь, растягивают амортизаторы и пропускают колесо.

### В. Шасси убирающиеся вперед.

Т.к. механизм убирания шасси вперед принципиально не отличается от механизма убирания назад / в обоих случаях убирание осуществляется одним движением /, ограничимся рассмотрением лишь

двух примеров.

Шасси пассажирского самолета Douglas DC-2

/ рис. 314 и фиг. 153/.

(Дуглас DC-2, С.Ш.А).

При сокращении гидравлического подъемника, передняя ломающаяся нога складывается, как показано пунктиром на рис. 314

Колесо перемещается вперед и вверх.

Достоинства шасси DC-2 - простота конструкции.

Недостаток системы - работа верхней половины ломающейся ноги на изгиб и нагружение подъемника при посадке самолета.

На фиг. 154 также представлено шасси убирающееся вперед.

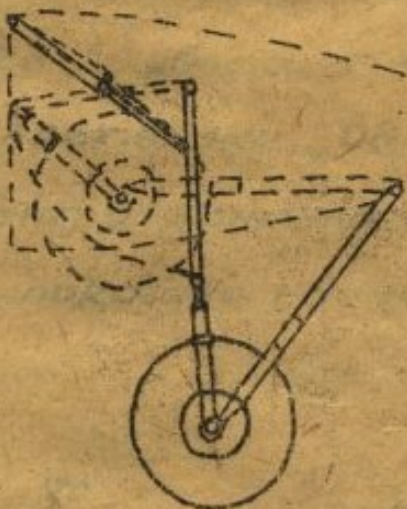


рис. 314.

Конструкция шасси. /рис. 315/.

Нога шасси состоит из двух половин "СА" - рамы, укрепленной шарнирно на оси "С" к переднему лонжерону, и "АО" - рамы, составленной двумя амортизаторами и выгнутой поперечной трубой.

К жесткому трехзвеннику "КФА" прикреплены

два подъемника „KD“ и „FE“, которые другими своими концами шарнирно прикреплены соответственно в точки „D“ и „E“.

„OB“ - вилчатый подкос шарнирно связанный в точках „O“ и „B“ с ломающейся ногой и крылом самолета.

Крыло - типа моноблок, поэтому узлы крепления шасси развиты с целью избежания передачи сосредоточенных нагрузок.

### Принцип действия.

Пуском масла под поршни подъемников мы заставляем последние удлиняться.

Удлинение подъемников заставляет точку „A“ /через трехзвенник „KFA“ /вращаться вокруг точки „C“.

Точка „A“ увлекает за собой точку „O“, которая заставляет вилку „OB“ вращаться вокруг точки „B“ как центра. Конечное положение шасси после убирания показано на фиг. 154 пунктиром.

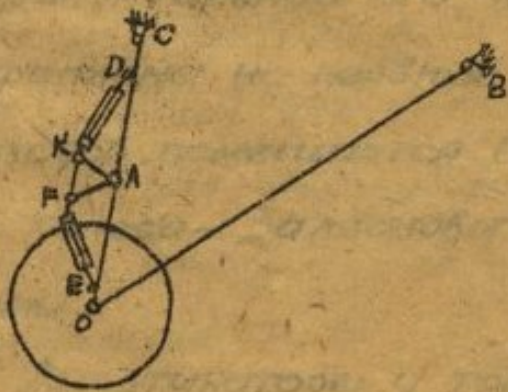


Рис 315.

Шасси капотируется щитками, из которых задний прилегает к вилке, захлопываясь под действием шнуровых амортизаторов при убранном шасси.

При выложенном шасси, амортизаторы, удерживаю-

щие щиток, растягиваются.

Передний щиток связан с вилкой жестким звеном.

### С. Шасси убирающиеся вбок.

Шасси самолета Vultee VI-AS / фиг. 155 и 156 /.

/ Вулти VI-AS. С. Ш. А. /.

Шасси убирается вбок и укладывается впереди переднего лонжерона центроплана.

С этой целью лонжерон размещен на 35% хорды.

/Ради упрощения системы убирания шасси, фирма пошла на „излом“ переднего лонжерона: передний лонжерон отъемной части крыла расположен на 20% хорды, передний лонжерон центроплана - на 35% хорды - см. 2. выпуск „Крыло самолета“ /.

Ноги шасси коробчатого сечения выполнены из толстых дюралевых листов и швеллеров.

В убранном положении нога ложится заподлицо с обшивкой, закрывая, таким образом, часть люка.

Нога поворачивается относительно трубчатой горизонтальной оси, литейные подшипники которой укреплены на нервюре центроплана. Масляный амортизатор помещается внутри ноги.

Колеса - баллонного типа с дисковыми тормозами.

Амортизаторы и тормоза Вулти (с управлением) разобраны нами выше - в разделах „Амортизация шасси“ и „Управление самолетом“ /выпуск 504 /.

Подъем шасси производится при помощи червячной передачи, приводимой в движение системой валов и конических шестерен от коробки передач.

Энергия, необходимая для подъема шасси, получается от электромотора, или от гарантийного ручного привода (см. раздел „Управление самолетом“ вып. 4 Глава „Комбинированные системы управления“).

Червяк, укрепленный на нервюре центроплана, сцеплен с сектором червячного колеса, жестко связанным с ногой шасси.

При вращении червяка, колесо убирается в центроплан. При собранном положении шасси, часть люка, как указывалось выше, закрывается непосредственно самой ногой, часть же, где помещается колесо, закрывается специальным щитком.

На фиг. 156 этот щиток изображен в том положении, какое он имеет при движении самолета на земле.

При подъеме шасси — щиток закрывает люк.

Схема механизма, приводящего в движение щиток, представлена на фиг. 157.

Цапфа, неподвижно укрепленная на узле нервюры центроплана, несущем ногу шасси, связана посредством тяги „А“ с цапфой ролика „С“, находящегося на стойке шасси.

На роликe закреплен трос „D“, соединенный с цепью Галля „E“, приводящей в движение звез-



дочку, укрепленную на одной оси с шестерней "F".

Эта шестерня находится в зацеплении с зубчатым сектором "G", вращающем щиток вокруг оси "K". При вращении ноги вокруг оси неподвижной цапфы, звено "A" поворачивает цапфу ролика "C".

Вращение ролика "C", посредством троса, цепи Галля и зубчатой передачи передается щитку.

Направление движения отдельных элементов механизма при подъеме шасси показано на фиг. 157 стрелками.

Остановимся на некоторых деталях крепления ноги и червячной передачи (фиг. 158).

Ось "A" из хромоникелевой стали, вращается в подшипниках "B" и "C"; подшипник "B" - обычный роликовый; подшипник "C" - специальный двухрядный несамостоятельный шарикоподшипник, воспринимающий, кроме радиальных, также и осевые нагрузки.

Червяк "D" крепится на оси при помощи двух шпонок "W" и затягивается посредством втулок "E" и "F" корончатой гайкой "K". Червяк - одноходовый.

Передача - самотормозящая.

Конструкция узла оси стойки такова: в ступицу "N" стойки впрессованы бронзовые втулки "M", в которые вставляется полая стальная ось, крепящаяся неподвижно к узлам нервюры двумя башмаками "Z". Крепление башмаков осуществляется

посредством тонких латунных прокладок "P", дающих возможность регулировать взаимное расположение оси червяка "A" и оси стойки "O".

/Правильное взаимное расположение этих осей - одно из основных условий хорошей работы передачи/.

Прокладки "Q" по сторонам ступицы стойки обеспечивают возможность регулирования положения сердечки червячного сектора относительно центра червяка.

### Шасси самолета Morane-Saulnier.

/ Моран-Сольнье . Франция /.

#### Общее описание шасси.

Каждая половинка шасси (фиг. 159 и 159<sup>A</sup>) состоит из амортизатора "A" и подкоса, образующего с амортизатором "A" плоскость, параллельную оси самолета (на фиг. этот подкос не показан). Шасси убирается в крыло под действием ломающегося подкоса 7-7', связывающего нижнюю часть цилиндра амортизатора с фиксированной точкой на крыле.

Ломающийся подкос приводится в действие подъемником "V", с которым в точках "O" шарнирно связаны обе половинки подкоса.

Конец штока подъемника "V" также связан с половинками подкоса в точках "E" и "E'" при помощи звеньев "B" и "B'".

## Гарантийная система.

Гарантийная система осуществлена в двух вариантах:

1. Выкладывание шасси при помощи шнуровых амортизаторов - фиг. 159 и 160.

Два шнуров "S" и "S'" присоединены в точках "J" и "J'" к концам подкоса. Другими своими концами шнуры укреплены в точках "V<sub>0</sub>".

При отказе гидравлической системы, энергия растянутых шнуровых амортизаторов "S" и "S'" (фиг. 159<sup>A</sup>) заставляет цилиндр подъемника "V" пойти влево и, тем самым, выпрямит подкос, т.е. выложит шасси.

2. Выкладывание шасси при помощи пружины (фиг. 159<sup>B</sup> и 159<sup>C</sup>).

При убирании шасси подкос "J" заставляет шток "T" входить в цилиндр, сжимая пружину "R". В случае отказа гидравлической системы, энергия сжатой пружины достаточно для выкладывания шасси.

|Необходимо отметить, что во всех фигурах, относящихся к данному шасси, имеется искажение: ось вращения ноги шасси, служащая так-же для крепления гарантийной системы "R" (фиг. 159, 159<sup>B</sup>), показана наклонной; в действительности она горизонтальна|.

Механическое замыкание шасси в выключенном положении (фиг. 159<sup>Д</sup> и 159<sup>Е</sup>).

Механизм замыкания состоит из двух выступов "е" и "е'", жестко связанных с половинками ломающегося подкоса "Д" и "Д'", и траверсы "Г", смонтированной на головке подъемника "У".

В замкнутом положении траверса удерживается пружиной "З".

Механизм "К" (пневматический, электрический, или любой иной), приводимый в действие пилотом, поднимает траверсу посредством угольника и звена, шарнирно укрепленного на траверсе "Г"; последняя скользит по направляющей на головке подъемника, освобождая выступы "е" и "е'".

Внешние поверхности выступов и траверсы закруглены, чем достигается автоматическое замыкание шасси, когда выступы "е" и "е'" приходят в конечное положение.

Связь между системой подъема и замыкания (фиг. 160-160<sup>Е</sup>).

Рычаг управления подъемом шасси заканчивается маленьким колесом, с целью обеспечить пилоту возможность интуитивно ориентировать свои движения: движение этого колеса вперед - соответствует выкладыванию шасси, назад - убиранию.

Рычаг "Л", перемещающаяся вдоль U-образной направляющей, совершает два взаимно перпендикулярных



движения, из которых одно обеспечивает размыкание (0-1 на фиг. 160), а другое - подъем (1-2 на фиг. 160<sup>А</sup>) шасси. Движение 2-3 (фиг. 160<sup>В</sup>) гарантирует ручку от нечаянного движения в положение "1" в полете (т.е. от нечаянного выкладывания шасси).

Свобода перемещения рычага обеспечивается карданом "X" и шаровым шарниром "P" (см. фиг. 160<sup>С</sup>).

Рычаг "L" связан посредством тяг "t" и "t'" с сервомотором "K", управляющим механизмом размыкания и с распределителем "D", подающим масло в подъемник шасси "V".

На фиг. 160 система показана в положении соответствующем выложенному шасси.

При движении рычага 0-1 вокруг оси "XX", тяга "t" толкает кран, открывая доступ сжатому воздуху в цилиндр "K", осуществляя, тем самым, размыкание механизма. Тяга "t" при этом остается в покое. При перемещении рычага 1-2 (фиг. 160<sup>А</sup>), тяга "t" толкает поршень распределителя; масло подается в подъемник "V" и осуществляется подъем шасси. (При этом тяга "t'" не перемещается).

Движение 2-3 (фиг. 160<sup>В</sup>), как мы уже говорили выше - гарантийное.

В результате этого перемещения ручки, доступ сжатого воздуха в цилиндр "K" прекратится, пружина "L" опустит траверсу, но замыкания не получится,

т.к. выступы „e“ и „e'“ удалены от траверсы.

Движение 2-1 рычага „2“ обеспечивает выкладывание шасси; движение 1-0 обеспечивает его замыкание.

Шасси самолета Heston Phoenix /фиг. 161, 161<sup>A</sup>, 161<sup>B</sup>/

/Хестон Феникс. Англия/.

Боковой подкос шасси состоит из двух звеньев, шарнирно соединенных на вспомогательном треугольнике. С этим же треугольником шарнирно связаны поршни двух подъемников. При пуске масла в цилиндры подъемников, составляющая сил, перпендикулярная подкосу, ломает его и складывает шасси. На фиг. 161<sup>A</sup> даны три положения: шасси выложено, начало подъема и шасси убрано. На фиг. 161<sup>B</sup> виден щиток, закрывающий часть люка; пунктиром показано убранное положение шасси и положение колеса при сжатом амортизаторе. На фигуре виден так-же трубопровод масляной магистрали. У места присоединения трубопровода к подвижному цилиндру, он завит кольцами. Это необходимо для обеспечения достаточной эластичности трубопровода во избежание поломки его при убирании шасси.

[Эластичность могла-бы быть так-же достигнута введением отрезка гибкого трубопровода].

На фиг. 162 дано аналогичное шасси.

Звенья бокового подкоса заканчиваются, жестко

с ними связанными, секторами зубчатых колес, постоянно находящимися в зацеплении /узел А/.

Назначение этих секторов - синхронизация отклонения звеньев, а следовательно, и хода поршней, во избежание заедания механизма.

На фиг. 162 <sup>а</sup> - узел А вынесен отдельно.

Интересно отметить, что самолет Хестон Феникс представляет собой, своего рода полутороплан (фиг. 161 <sup>б</sup>), имеющий нижнее крыло с очень малым удлинением, специально предназначенное для убирания и крепления шасси.

Такое решение задачи убирания шасси при высокоплане безусловно оригинально, однако, трудно сказать, дает ли данное крыло с малым удлинением выигрыш в аэродинамике самолета.

### Шасси самолета Ньюпорт 161.

(Ньюпорт 161. Франция).

На фиг. 163 представлено шасси истребителя Ньюпорт 161.

Колеса шасси укреплены в вилках, жестко соединенных с поршнем масляного амортизатора.

Поршень имеет шлицы, препятствующие повороту колеса вокруг оси поршня. Убирание шасси производится при помощи подъемников, расположенных в боковых подкосах.

Колеса ложатся впереди переднего лонжерона крыла.

Горизонтальные кронштейны, жестко связанные с ногами шасси /передающие на крыло нагрузку при переднем ударе колеса/, имеют на концах ушки, к которым крепится гарантийный привод, состоящий из двух траверс, соединенных резиновым шнуром.

При убирании шасси, кольца резинового шнура растягиваются и аккумулируют энергию, необходимую для выкладки шасси.

На чертеже видны также замки, удерживающие шасси в поднятом положении.

/Удерживать шасси в поднятом положении давлением масла в подъемнике здесь было бы невозможно из-за очень невыгодного распределения сил/.

Видна ручка управления этими замками; от ручки идет так-же тяга к замку убирателя хвостового колеса.

При посадке со сносом, подъемник нагружается - это недостаток данной системы.

Для конструктора легкого /спортивного или тренировочного/ самолета безусловно представляет интерес тросовая система убирания шасси, разработанная техническим отделом управления армейской авиации США [рис. 316].

Трос „а“, убиратель шасси, крепится в точке А, огибая ролик направляющей „в“, идет через



ролик „с“ к барабану у пилота.

К тому-же барабану идет тросс „в“, образующий с троссом „а“ замкнутую цепь.

При натяжении тросса „а“, он давит на ролик „в“, сдвигая втулку, связанную с мертвой точки.

При дальнейшем перемещении втулки по направляющей, ролик „в“ опережает тросс и последний продолжает подъем шасси, подтягивая вверх непосредственно точку „А“ (см. пунктир на рис. 316).

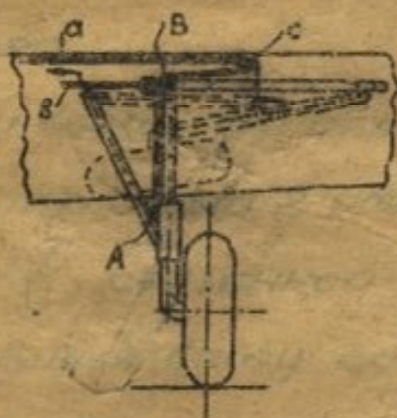


рис. 316.

По сравнению с обычными системами троссового управления подъемом шасси, в которых тросс „а“ укреплен на втулке „в“ и тянет ее направо до крайнего положения, система, рассмат-

риваемая нами, дает значительный выигрыш в силе, необходимой в конце хода убирания шасси.

Выкладывание шасси осуществляется натяжением тросса „в“.

### Шасси туристского самолета Клемм Eagle

{Клемм Игл. - Англия - фиг. 164}.

Шасси туристского самолета Клемм „Игл“ также представляет собой пример шасси с механи-

ческим управлением.

Нога шасси, включающая масляно-пружинный амортизатор и задний подкос, шарнирно крепится к крылу. Боковой подкос так-же шарнирно крепится одним концом к ноге шасси, а другим к муфте „7“, скользящей по наклонной направляющей трубе „6“.

При выложенном положении шасси, боковой подкос перпендикулярен направляющей; это обеспечивает как-бы автоматическое замыкание шасси, ибо при посадке отсутствуют силы, которые стремились-бы сдвинуть муфту вдоль направляющей.

При вращении пилотом ручки 1, коническая зубчатая передача 2 обеспечивает вращение шестерни 4, связанной с двумя рейками /см. схему управления внизу фиг. 164/.

К концам реек присоединены концы троссов Боудена, другие концы которых соединены с муфтами 7 двух половин шасси.

Таким образом, перемещение реек при вращении шестерни 4, обеспечивает перемещение муфты 7 вдоль направляющей 6.

Шасси складывается, вращаясь вокруг прямой, соединяющей оси шарниров крепления ноги и заднего подкоса к крылу.

В убранном положении шасси удерживается

замком. Когда шасси подходит к крайнему верхнему положению, выступ 9 на ноге отжимает крючек 10; в крайнем положении крючек 10 под влиянием связанной с ним пружины захватывает выступ 9 и замыкает, таким образом, шасси.

Размыкание замка при выкладывании шасси осуществляется нажатием на педаль 3, связанную тросом 8 с крючком замка.

Рассмотренные выше системы характерны тем, что убирание шасси осуществляется перемещением колеса только вбок \*).

В связи с выносом колеса и небольшими размерами хорды крыла современного самолета, такая система может быть применена почти исключительно в случае, когда колесо ложится спереди переднего лонжерона двухлонжеронного крыла [Вулвти U-AS, Нэптор-16], или при однолонжеронном крыле [Моран-Сольнве].

При убирании же шасси в междулонжеронное пространство, конструктор обычно сталкивается с необходимостью отвода колеса назад.

Убирание шасси вбок с одновременным отводом его назад можно осуществить двумя движе-

---

\*) Отметим, что в системе, подобной шасси самолета Клемм-Игл, очень легко обеспечить отход колеса назад соответствующим наклоном оси вращения шасси [см. ниже — «Шасси с наклонной осью»].

ниями или одним движением / что, безусловно, более желательно в связи с большей надежностью.

Пример убирания шасси вбок двумя движениями представляет собой шасси, изображенное на фиг. 165.

Шасси пирамидального типа образовано тремя стержнями, из которых два / амортизационная нога шасси „С“ и боковой подкос „D“ / шарнирно связаны с П-образным рычагом „В“, свободно сидящим на оси вращения шасси „O-O“.

К этому-же рычагу шарнирно крепится звено „А“, связанное с поршнем, горизонтально расположенного в крыле, подъемника „Р“.

Задний подкос образован подъемником „V“.

При убирании шасси, масло поступает предварительно в подъемник заднего подкоса „V“, при сокращении которого нога и боковой подкос поворачиваются вокруг оси „O-O“ и колесо заносится назад.

Затем масло направляется в подъемник „Р“.

Поршень подъемника выдвигается, отводя влево (по фигуре) верхний конец шарнирного звена „А“; при этом нижний конец звена поворачивает рычаг „В“ вокруг оси „O-O“.

Шасси убирается вбок.

При посадке самолета, усилие, действующее по звену „А“, нагружает на изгиб поршень аморти-

затора „Р“.

В этом, однако, нет ничего неприятного, ибо подъемник в это время предельно сжат, а цилиндр подъемника имеет опору „Б“ непосредственно у конца, т.е. плечо изгибающей пары очень мало.

В поднятом положении шасси удерживается замком, захватывающим ось колеса /не показано на фигуре/.

При убирании шасси в любом промежуточном положении, плечо момента, осуществляющего подъем /расстояние от оси вращения „О-О“ до оси подъемника „Р“/, остается постоянным и достаточно большим.

В итоге, рассматривая нагружение шасси при посадке и распределение сил при подъеме, следует считать данную систему шасси - удачной.

Ее недостатки: 1) Наличие двух движений - двух последовательно действующих подъемников и 2) отсутствие и сложность применения гарантийного механизма.

### Шасси самолета Caudron - 460.

/Кодрон - 460. Франция/.

Оригинально осуществлено убирание шасси на самолете Кодрон - 460 /фиг. 166/.

Общая система убирания Messier аналогична системе, установленной на самолетах Кодрон - 640 и Потез - 63, разобранных нами выше.

Рукоятка „А“ обеспечивает включение помпы „В“ и управление клапаном „С“.

При подъеме шасси, масло из резервуара „Р“, через клапан „Е“, поступает в правую полость подъемника „У“, открывая одновременно замок „F“ и сообщая, таким образом, левую полость подъемника с аккумулятором „Б“. Клапан „Е“ удерживает шасси в поднятом положении.

Вскладывание шасси осуществляется энергией аккумулятора „Б“ при открытом клапане „С“.

Замок „F“ удерживает шасси в выложенном положении.

Шасси полуконсольного типа состоит из ноги с амортизатором и подкоса.

Нога шасси шарнирно связана с муфтой „К“, свободно сидящей на трубе „М“. Концы трубы имеет нарезку большого шага. На этом конце посажена гайка „N“, шарнирно связанная с подкосом шасси. На муфте „К“ имеется рычаг „L“, связанный шарнирным звеном „P“ со штоком поршня подъемника „У“.

При перемещении поршня подъемника влево, нога шасси и подкос отклоняется вправо, вращаясь вокруг трубы „М“. При этом гайка „N“ отходит назад, отводя, тем самым, назад и колесо.

Задача осуществления двух движений решена красиво.

Однако, таким способом не удастся убрать большого выноса колеса, т.к. для этого пришлось бы либо чрезмерно увеличить шаг резьбы / что привело бы к излишнему росту сопротивления вращению гайки „N“ / либо при данном шаге значительно увеличить диаметр нарезки / что лимитируется условиями веса и габаритов /.

На самолете Когрон-460 не предусмотрена гарантийная система выкладки шасси.

Оригинальный подъемник с гарантийным приводом, очень удобный для полуконсольных или консольных шасси, был установлен на одном из наших самолетов.

### Подъемник с гарантийным приводом. (Фиг. 157)

Шток (2) поршня подъемника (1) имеет внутреннюю нарезку, в которую ввернут пустотелый винт (3) с шлицами, входящими в пазы на вспомогат. штоке (4). Квадратный хвостовик штока через сальники выходит наружу. На этот хвостовик может быть надета звездочка, связанная с цепью Галля.

/Вращение штоку (4) может быть передано и любым иным способом, напр. от карданного вала, от барабана с троссами и т.д. /.

При нормальной работе, поршень (1), двигаясь под влиянием давления масла, увлекает за собой винт (3), шлицы которого свободно скользят

по пазам дополнительного штока (4). При порче гидравлической системы, пилот, работая ручным приводом, через систему передач, вращает дополнительный шток (4). Шток, соединенный шлицами с винтом, заставляет его вращаться и выталкивать поршень до упора.

Вместе с дополнительным штоком (4) вращается связанный с ним шлицами винт (3).

При этом шток поршня (2), удерживаемый от вращения узлом „А“ (соединяющим его с ногой шасси), вынужден поступательно перемещаться, выкладывая шасси.

Разумеется, при этом левая полость цилиндра должна быть сообщена с резервуаром для обеспечения возможности перемещения поршня (выкладыванию шасси соответствует перемещение поршня влево).

Если основная система управления подъемом шасси имеет гидравлический замок (как например система Messier), то устанавливать дополнительный замок, фиксирующий выложенное положение шасси, при отказе гидравлической системы здесь не нужно. В самом деле, при выкладывании шасси гарантийным приводом, сила сопротивления движению штока подъемника, действующая в узле „А“, удерживает винт (3) в его крайнем правом положении (прижатым к



правой крышке цилиндра).

Когда шасси выложено, поршень (1), двигающийся вместе с штоком (2) относительно винта (3), доходит до упора в левой крышке цилиндра.

Т.к. шток (2) и винт (3) соединены самотормозящей резьбой, то положение шасси оказывается фиксированным.

Недостатком данного механизма является его сложность, большие габариты и значительный вес.

Переходим к рассмотрению шасси убирающихся вбок, с одновременным отводом колеса назад одним движением.

Классическим примером такого типа систем является шасси с наклонной осью (фиг. 168).

Еще при рассмотрении шасси клемм Ugl, мы указывали, что наклоном оси вращения шасси можно обеспечить занос колеса назад.

Такой осью вращения шасси, представленного на фиг. 168, является труба АВ, жестко связанная слонжеронами крыла. Как видно из фигуры, ось трубы АВ наклонена к продольной оси самолета под некоторым углом, горизонтальная проекция которого равна  $\alpha^\circ$ , а вертикальная  $\beta^\circ$ . Очевидно, для того чтобы отвести колесо назад, достаточно было бы наклонить трубу АВ в горизонтальной плоскости (при  $\beta=0$ ).

Однако, т.к. при  $\gamma \neq 0$  плоскость симметрии колеса (выложенного) не параллельна оси вращения, то в убранном положении колесо не ляжет горизонтально, а займет положение показанное на рис. 317.

Для того, чтобы разместить колесо в крыле, необходимо задний конец оси ( $\beta$ ) опустить, т.е. дать наклон и в вертикальной плоскости  $|\beta \neq 0|$ .

Колесо ляжет горизонтально при  $\gamma = \beta$ ; тем не менее, если колесо хорошо размещается /не слишком перерезая силовые элементы в габаритах крыла/ при  $\beta < \gamma$ , следует остановиться на таком соотношении углов, т.к. чем меньше угол  $\beta$ , тем легче оформить прочную и жесткую накладную нервюру в месте расположения трубы "АВ", тем меньше нарушается прочность и жесткость крыла в целом.

Сечение крыла у места крепления трубы "АВ" показано на рис. 318.



Рис. 318

Если учесть, что нижняя часть обшивки вырезана - станет очевидным,

Рис. 317.

что при малых размерах базы крепления нервюры

к переднему лонжерону „А“, она не сумеет обеспечить достаточной жесткости крыла на кручение.

Не следует забывать, что отход трубы в вертикальной плоскости увеличивает отход колеса назад.

Поэтому, при выборе угла „ $\delta$ “ не следует стремиться к тому, чтобы один наклон оси в горизонтальной плоскости обеспечивал попадание колеса в междулонжеронное пространство крыла.

Выше изложенные замечания относятся к любому шасси с наклонной осью. Рассмотрим систему изображенную на фиг. 168.

Ного шасси с масляно-пневматическим амортизатором и задний подкос шарнирно крепятся к хомутам, свободно сидящим на оси „АВ“.

Боковой подкос шарнирно крепится к гайке „С“, сидящей на винте „D“.



Рис. 318.

С винтом жестко связан барабанчик „В“, соединенный троссами с лебедкой в кабине пилота.

При вращении лебедки - винт „D“ вращается, гайка „С“ перемещается вдоль винта, осуществляя

убирание или выпуск шасси.

Система проста и надежна, не требует никаких замков\*) и позволяет осуществлять посадку даже при частично выдвинутом шасси /соединение самотормозящее/.

Однako, как и все механические приспособления, требует большой <sup>работы</sup> пилота для подзема шасси.

Кроме того, усилия пилота сильно возрастают по мере подзема шасси.

Стремление уменьшить усилие пилота приводит к большим размерам лебедки, утяжеляя систему.

### Шасси самолета Potez-53.

[Потез-53. Франция].

На рис. 319 дано шасси с наклонной осью самолета Потез-53 /победителя в соревнованиях на Кубок Шнейдера/.

При натяжении троса - ползун  $O'$ , шарнирно связанный с амортизатором шасси, перемещается по направляющей  $T'$ . Возможность вращения подкосов относительно оси  $X-X'$ ,

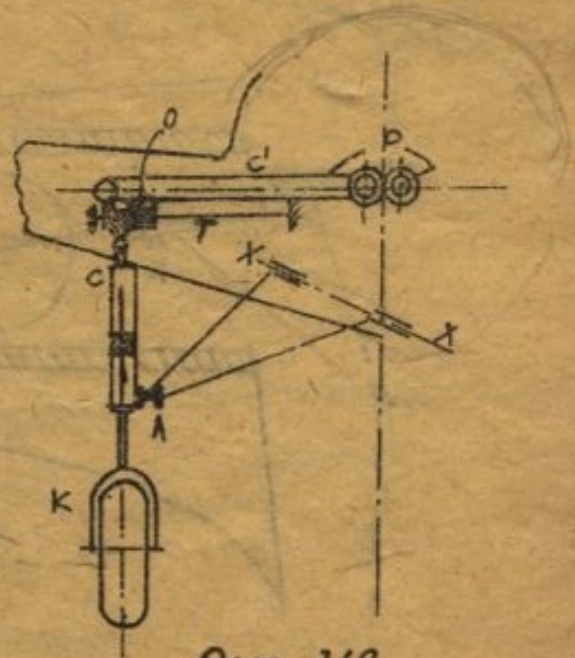


Рис. 319.

\*) Из условия уменьшения износа бинта желательно установить замок, удерживающий шасси в поднятом положении.

при перемещении ползуна по направляющей, обеспечивается карданом в узле „А“.

Убранное положение шасси показано на рис. 320.

Ползун с узлами крепления троса и часть направляющей отдельно вынесены на рис. 321.

Пример шасси с наклонной осью, снабженного гидравлическим подъемником, показан на фиг. 169.

При пуске масла в подъемник, последний ломает боковой подкос и отводит его в сторону.

Необходимые степени свободы обеспечиваются двумя осевыми шарнирами - карданами - на концах подкосов.

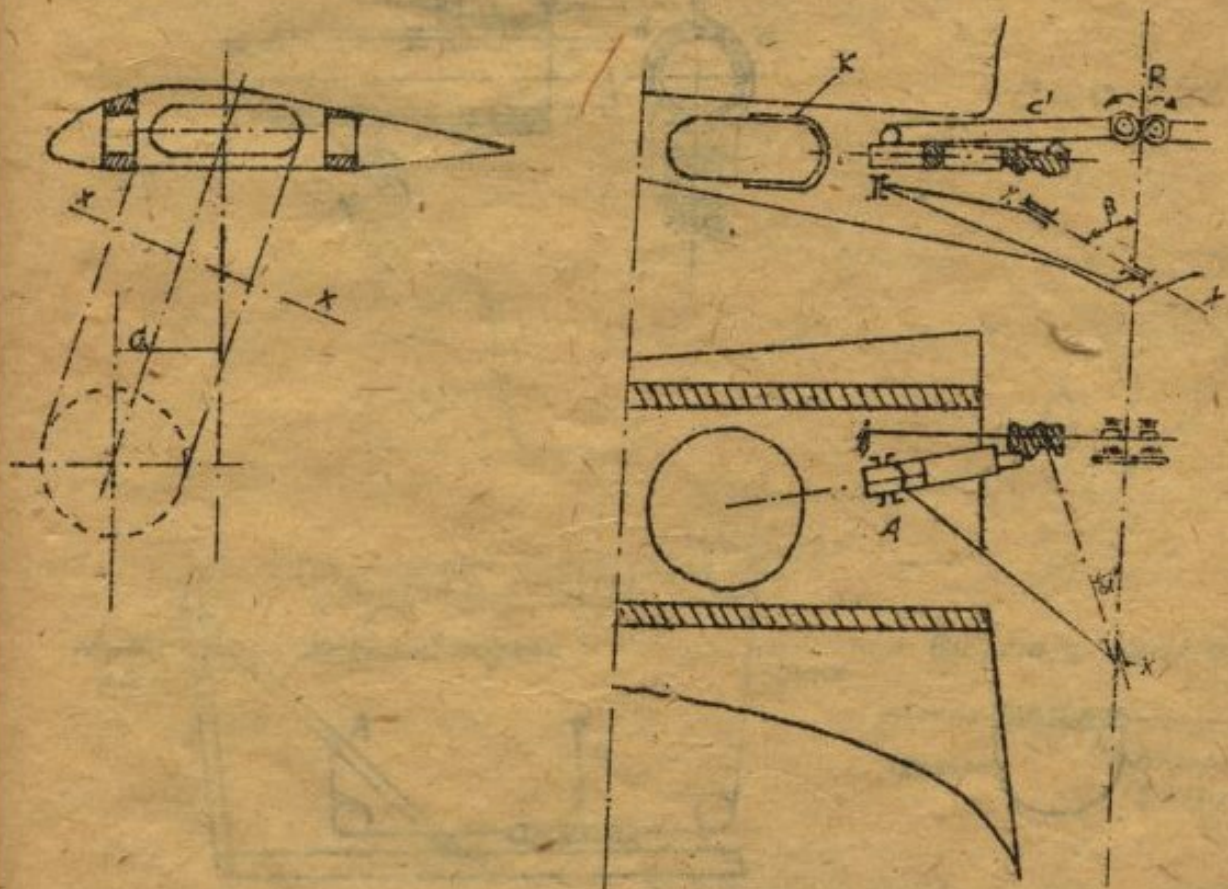


Рис. 320.

На фиг. 169<sup>A</sup> показан вид убранного шасси в плане. Т. к. при посадке самолета подъемник не нагружается, замок, удерживающий шасси в выложенном положении, не нужен.

В убранном положении шасси удерживается замком.

Гарантийное выкладывание шасси может быть осуществлено тросом, присоединенным к шарниру излома бокового подкоса.

Простейший пример такой системы показан на рис. 322.

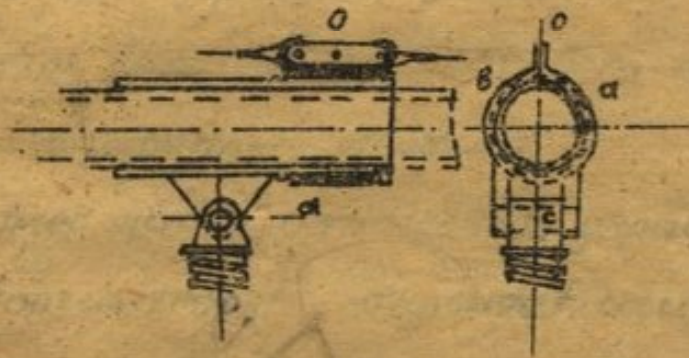


рис. 321.

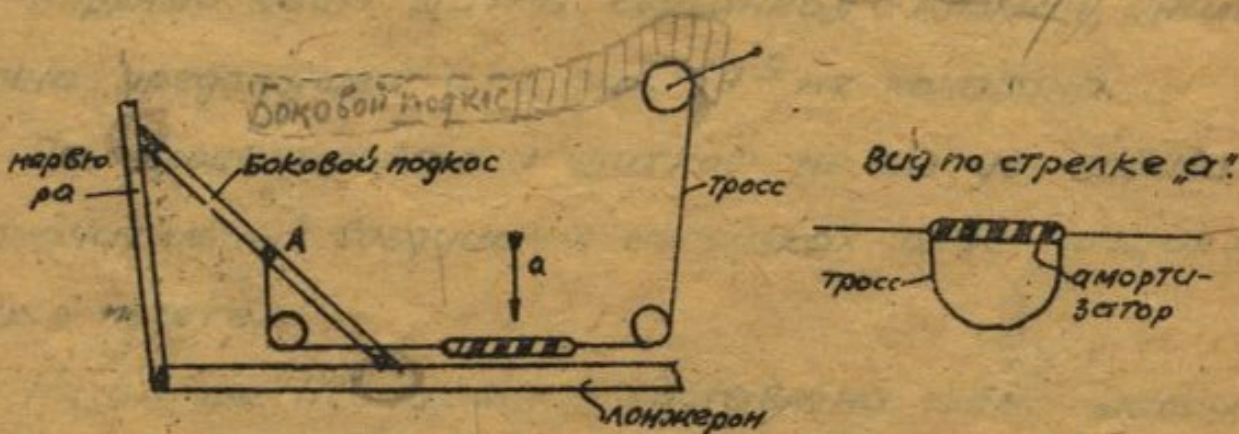


рис. 322.

На фиг. 169<sup>Б</sup> представим щиток, закрывающий вырезы в крыле при убранном шасси.

Щиток состоит из двух частей: нижней [„К“], связанной с шасси, и верхней [„Е“], подвешенной к крылу. Отклоняющаяся створка „М“ нижней части щитка связана через рычаг „П“ и шарнирную тягу „Т“ с фиксированной точкой „F“ крыла.

При убирании шасси, тяга „Т“ прикрывает створку „М“.

Амортизаторы „Р“ и „Q“ прижимают верхнюю часть щитка к нижней. Они же обеспечивают закрывание щитка при убранном шасси.

Щиток выполнен из листового дюралюминия, окантован и подкреплен профиллями.

Пример щитка с троссовым управлением дан на фиг. 169<sup>С</sup>.

Амортизатор „А“ отклоняет щиток при вброженном шасси. Тросс „В“ прикрывает щиток при подъеме шасси.

Верхняя часть щитка, связанная с крылом, аналогична предыдущей и на фиг. 169<sup>С</sup> не показана.

При проектировании щитков не следует забывать о значительных воздушных нагрузках, действующих на них в полете.

На фигуре 170 так же представлена схема шасси с наклонной осью, оборудованное гидравлическим подъемником.

Шасси состоит из ноги „А“ и двух подкосов „В“ и „D“.

Нога шасси и боковой подкос "В" шарнирно крепятся к наклонной оси "а-в".

Задний подкос "D" также шарнирно крепится в точке "с" к угловому рычагу "сde", вращающемуся на оси "0-0". Шарниром "е" рычаг связан со штоком подъемника "У".

При туске масла в правую полость подъемника, шток поршня, передвигаясь влево, перемещает точку "е" рычага в точку "е'". Точка "с" рычага занимает положение "с'", отводя вправо конец заднего подкоса "D".

При этом колесо перемещается влево и занимает положение, показанное пунктиром на фиг. 170.

Для ясности узлы шасси вынесены на рис. 323.

Такое шасси было установлено на нашем самолете Ц.К.Б.-19 (фиг. 170<sup>А</sup>) и было отмечено, как весьма оригинальное, во всех иностранных авиационных журналах.

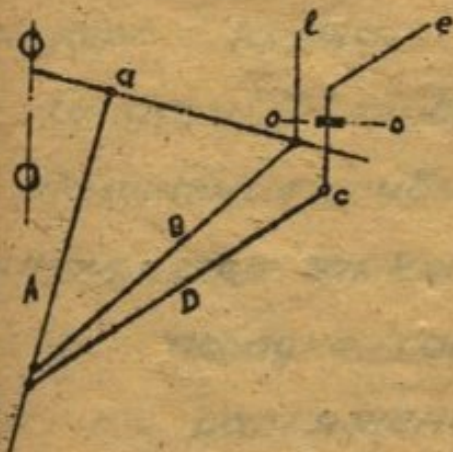


Рис. 323.



К недостаткам шасси можно отнести:

1) Сложность кинематики, что усложняет проектирование и монтаж шасси и 2) невыгодное распределение усилий при посадке со сносом.

В выложенном положении замок не нужен.

В убранном положении шасси должно удерживаться замком.

Интересное решение задачи убирания шасси вбок в крыло тонкого профиля (когда малая высота центроплана не позволяет установить наклонную ось) дано на фиг. 171, 171<sup>A</sup>, 171<sup>B</sup>.

Шасси полуконсольного типа. Нога „А“ и подкос „В“ шарнирно крепятся к трубе „С“ посредством двух хомутов, причем с хомутом крепления ноги „А“ жестко связан рычаг „D“; конец этого рычага шарнирно связан с трубой „E“.

Труба „С“ одним своим концом шарнирно связана узлом „Н“ с задним лонжероном крыла; другой ее конец жестко соединен с камнем, скользящим по направляющей „F“, смонтированной на переднем лонжероне крыла.

Хомутом „G“ труба связана с подъемником „V“.

Положение трубы „С“ при выложенном шасси фиксируется замком (не показанным на чертеже).

При посадке самолета со сносом, труба „E“ работает на растяжение или сжатие.

При пуске масла в подъемник, передний конец

трубы „С“ скользит по направляющей „F“, труба поворачивается относительно шарнира „H“, чем обеспечивается занос колеса назад.

В тоже время шасси поднимается, отклоняясь вбок, т.к. рычаг „D“ вынужден поворачиваться относительно шарнира крепления его с трубой „Б“.

Т.к. труба „Б“ при подъеме шасси отклоняется как в вертикальной так и в горизонтальной плоскости, крепление ее к лонжерону крыла и к рычагу „G“ осуществляется двухосными шарнирами-карданами.

Система управления подъемом шасси электрогидравлическая (электромотор приводит в движение помпу, подающую масло в подъемник „V“).

В поднятом положении шасси также удерживается замком.

Наличие двух замков не усложняет систему управления, т.к. размыкание их с помощью электромагнитов осуществляется при включении электромотора. Пока работает мотор (подъем или опускание шасси) оба замка разомкнуты.

В крайних положениях шасси автоматически выключает мотор \* и замки замыкаются.

С гарантийной-троссовой-системой связан лишь замок, удерживающий шасси в поднятом положении.

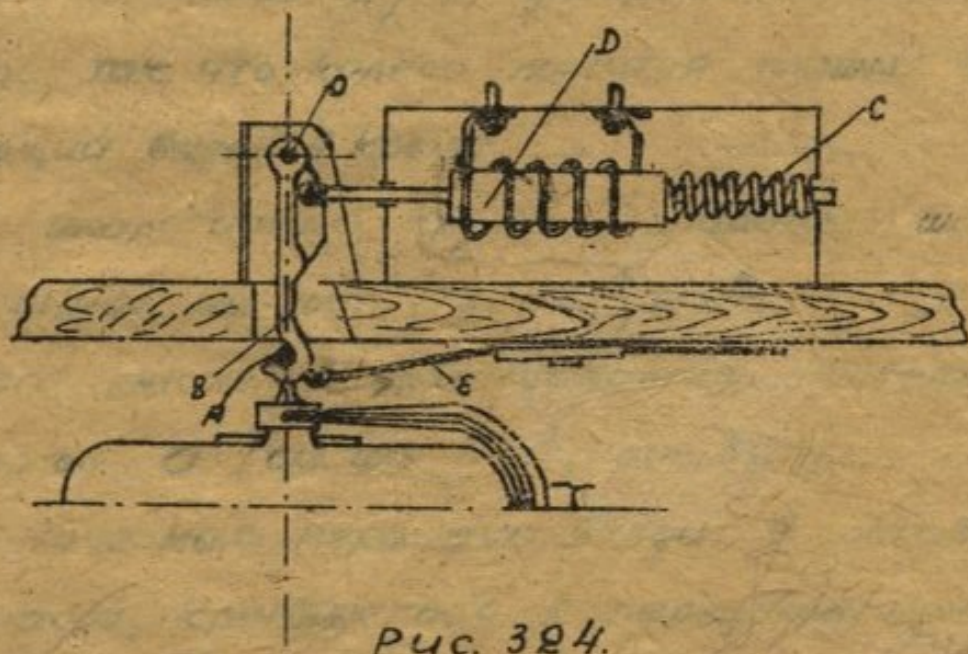
---

\* См. описание электрогидравлической системы подъема шасси в выпуске 4 - раздел „Комбинированные системы управления“.

(необходности в гарантийном размыкании замка, удерживающего шасси в вброженном положении, нет; замыкание же автоматическое).

Конструкция этого замка представлена на рис. 324.

Петля "А", укрепленная на заглушке оси колеса, захватывается крюком "В", подвешенным в крыле на оси "О". Пружинка "С" удерживает крюк "В" в положении замыкания при протекании тока по соленоиду. Электромагнит "D" отводит крюк вправо размыкая замок (крюк очерчен радиусом из центра "О"). В случае отказа электромотора и работы гарантийной системы, замок размыкается троссом "Е".



Существенным недостатком данной системы шасси является наличие скользящего механизма.

При деформации крыла, такой механизм может

оказаться источником заеданий, нарушающих работу механизма подъема шасси.

### Шасси самолета Curtiss P-36A

(Кертисс P-36A. С.Ш.А.)

Оригинально решен вопрос убирания шасси самолета Кертисс P-36A (фиг. 172).

Шасси консольного типа. Убирание осуществляется при помощи конических шестерен, из которых нижняя принадлежит ноге шасси, правая жестко связана с конструкцией крыла а левая приводится во вращение при помощи механической передачи.

При работе передачи нога шасси поворачивается на  $90^\circ$  (поднимается) и, одновременно, закидывается назад, так что колесо ложится плашмя в соответствующий вырез в крыле.

По аналогичной схеме разработано шасси, представленное на фиг. 173, 173<sup>A</sup>, 173<sup>B</sup>.

Нога шасси „А“ заканчивается шестерней „В“ и траверсой „С“ (см. фиг. 173<sup>B</sup> и рис. 325)

Коническая передача входит в состав редуктора шасси, крепящегося к переднему лонжерону и усиленной нервюре крыла.

На одной оси с левой конической шестерней „А“ сидит червячное колесо, связанное с червяком, приводимым в движение передачей от электромотора

или от гарантийного ручного привода.

На этой же оси покоится один из подшипников траверсы „а“ ноги „А“. Другой подшипник траверсы „а“ охватывает ось шестерни „с“, являющуюся продолжением оси шестерни „а“. Шестерня „с“ жестко посажена на ось и вращения не имеет.

Коническая шестерня „а“ вращает шестерню „б“ и последняя обегает неподвижную шестерню „с“, поворачивая ногу шасси на  $90^\circ$ .

При этом стойка шасси поворачивается на  $35^\circ$  и колесо укладывается между лонжеронами крыла.

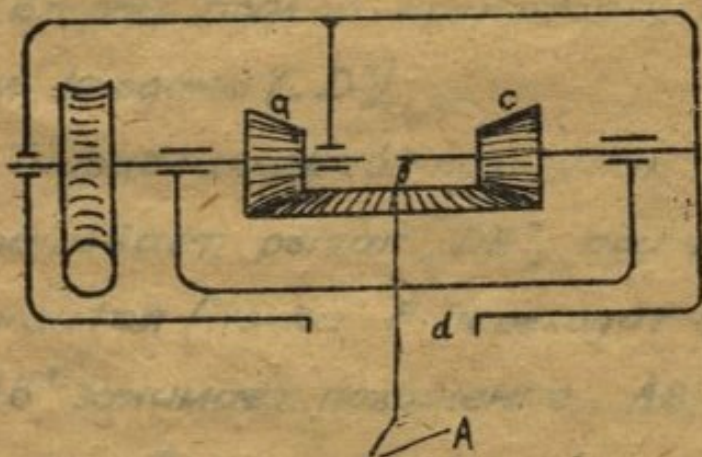


Рис. 325.

Изгиб ноги „А“ около траверсы имеет целью достигнуть перпендикулярности оси шестерни „б“ и осей шестерен „а“ и „с“, обеспечив в тоже время необходимый вынос колеса и максимально приблизив редуктор к лонжерону крыла.

В поднятом положении шасси удерживается замком (не показанным на чертеже).

Ниже шестерни „б“ располагается замок, удерживающий шасси в выложенном положении и воспринимающий кручение ноги.

Нога шасси входит в скобу замка и захватывается двумя крючками. В остальном конструкция замка ясна из чертежа.

### Шасси самолета Hawker Hurricane.

(Хоукер Хуррикэн. Англия).

На фиг. 174 представлено шасси истребителя Хоукер Хуррикэн.

Нога шасси шарнирно крепится к нижнему поясу нервюры в узле „А“ с двумя степенями свободы.

Подкос, охватывая нижний пояс узлом „К“, крепится к верхнему поясу посредством кардана „Н“.

Второй подкос крепится к крылу также посредством кардана („D“)

Гидравлический подъемник „СЕ“, сокращаясь, поворачивает рычаг „DE“, при этом подкос „DG“ ломается (точка F переходит в точку F') и нога „AB“ занимает положение „AB'“. Подкос „GH“ ломается в узле „J“; рамка „K“ поворачивается, причем нижний ее конец отходит назад и отводит назад колесо.

В течении ряда лет шасси самолета Хуррикэн не претерпело никаких изменений и, повидимому, оправдало себя в эксплуатации.

Однако, оно имеет существенные недостатки.

- Это: 1) сложность кинематической схемы, 2) большое число шарниров (ломаются оба подкоса) и

з) Большое количество корданных соединений.

В результате значительно усложняется и удорожается производство и снижается надежность в работе.

При желании убрать шасси самолета - высококомпания конструктор сталкивается с необходимостью складывания его в фюзеляж.

Однако, попытка решения этой задачи приводит обычно к значительному ослаблению фюзеляжа вырезами. Кроме того, в фюзеляже большей частью не оказывается свободного места для размещения колес.

Одной из очень немногих удачных конструкций шасси, убирающихся в фюзеляж (лодку), является шасси самолетов Грумман.

### Шасси амфибии Грумман.

(С. Ш. А.)

На фиг. 175 и 175 А представлено шасси амфибии Грумман JF-1. Управление механическое. Цепь вращает звездочку, жестко связанную через стержневой треугольник с ногой шасси, и ломает ногу.

Нижний шарнир ноги увлекает шарнирный четырехзвенник; колесо, поднимаясь, укладывается в боковой люк фюзеляжа.

Общий вид одноместного истребителя Грумман F2F-1 с убранными шасси той же системы представлен на фиг. 175 В.

Не имея свободного места для размещения колес, конструкторы пошли на значительное увеличение габаритов фюзеляжа в передней его части, что явно ухудшает аэродинамику самолета.

### Шасси самолета Koolhoven FK-55.

(Кольховен FK-55. Голландия).

На одноместном истребителе Koolhoven FK-55 шасси пирамидального типа убирается частью в фюзеляж, частью в крыло (фиг. 176, 176<sup>A</sup>, 176<sup>B</sup>) / фюзеляж самолета треугольного сечения, плавно переходящий в центроплан).

При перемещении верхнего узла амортизационной ноги по горизонтальной направляющей, колесо убирается в крыло, вращаясь вокруг оси крепления шасси к фюзеляжу (фиг. 176<sup>B</sup>).

При описании всех примеров конструкции шасси мы останавливались на рассмотрении тех степеней свободы (простые шарниры, карданные соединения, совпадение осей двух шарниров), которые позволяли осуществляться тем или иным необходимым деформациям системы (искажение схемы шасси при работе амортизации, убирание шасси).

Заканчивая на этом рассмотрение убирающихся шасси, мы хотим еще раз отметить необходимость тщательного анализа при проектировании необходимых и имеющихся степеней свободы.



# Костыль

## VII. КОСТЫЛЬ И КОСТЫЛЬНОЕ КОЛЕСО.

Костыль, поддерживающий хвостовую часть самолета, является весьма ответственной частью посадочного приспособления.

По характеру закрепления их на фюзеляже, костыли можно разбить на три типа: неориентирующиеся, ориентирующиеся и управляемые.

Неориентирующийся костыль наиболее прост по конструкции, но затрудняет маневрирование самолета на земле и нагружает при этом фюзеляж значительными боковыми силами и моментами.

Пример такого костыля с масляной амортизацией представлен на фиг. 177.

Костыль принадлежит легкому самолету фирмы Блекберн.

Простые шарниры крепления костыля к фюзеляжу обеспечивают одну степень свободы: вращение вокруг поперечной оси при работе амортизации.

В настоящее время неориентирующиеся костыли выходят из употребления.

Ориентирующийся костыль, помимо вращения вокруг поперечной оси при работе амортизации, способен также свободно вращаться вокруг вертикальной оси, следуя за движениями хвостовой части фюзеляжа при маневрировании самолета на

земле:

Пример ориентирующегося костыля с резиновой амортизацией показан на фиг. 178.

Костыль крепится к вертикальной трубе, вращающейся в подшипниках, смонтированных на шпангоуте фюзеляжа.

Вращение трубы лимитируется пружинными ограничителями, связанными с ее верхним концом.

Костыль заканчивается светлой пяткой (башмаком). Башмак костыля обычно выполняется в виде чугунной отливки. Для башмаков пробовали применять многие материалы, в том числе твердые инструментальные стали.

Однако, они не дали никаких выгод в сравнении с чугунной отливкой, которую можно легко заменить в случае поломки или износа.

Для того, чтобы костыль был самоориентирующийся, необходимо, чтобы точка касания пятки с землей была позади вертикальной оси вращения.

Для того, чтобы сила веса хвостовой части самолета не стремилась заворачивать костыль вперед, нужно, чтобы ось вращения костыля, при стоянке самолета на трех точках, была или вертикальна, или немного наклонена вперед.

На рис. 326 представлен вышерассмотренный костыль с осью наклоненной вперед.

рис. 326.

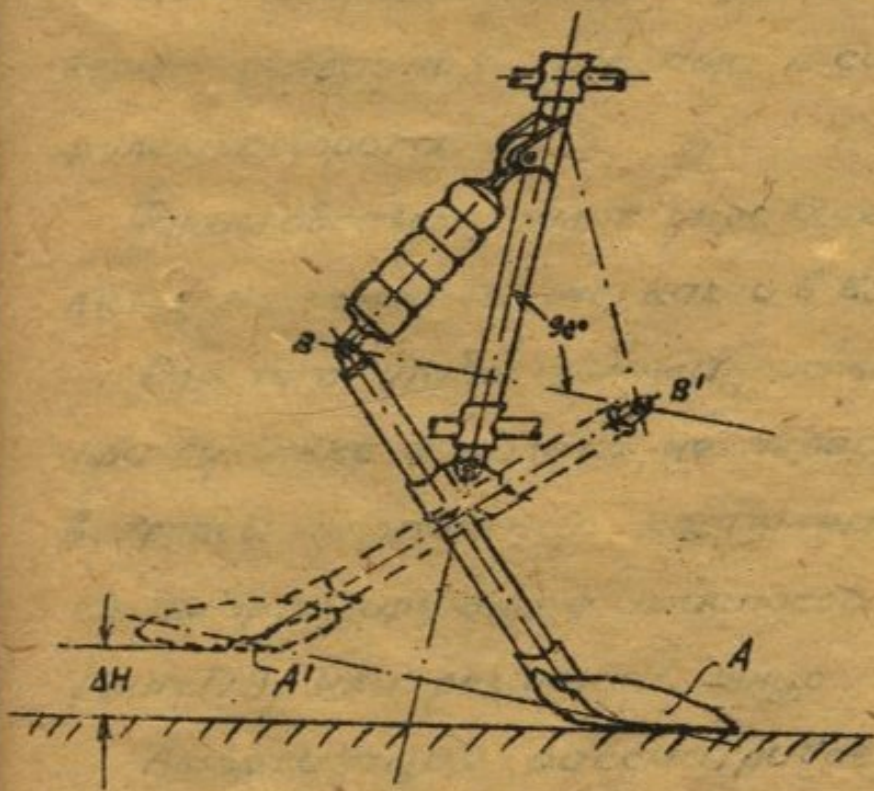
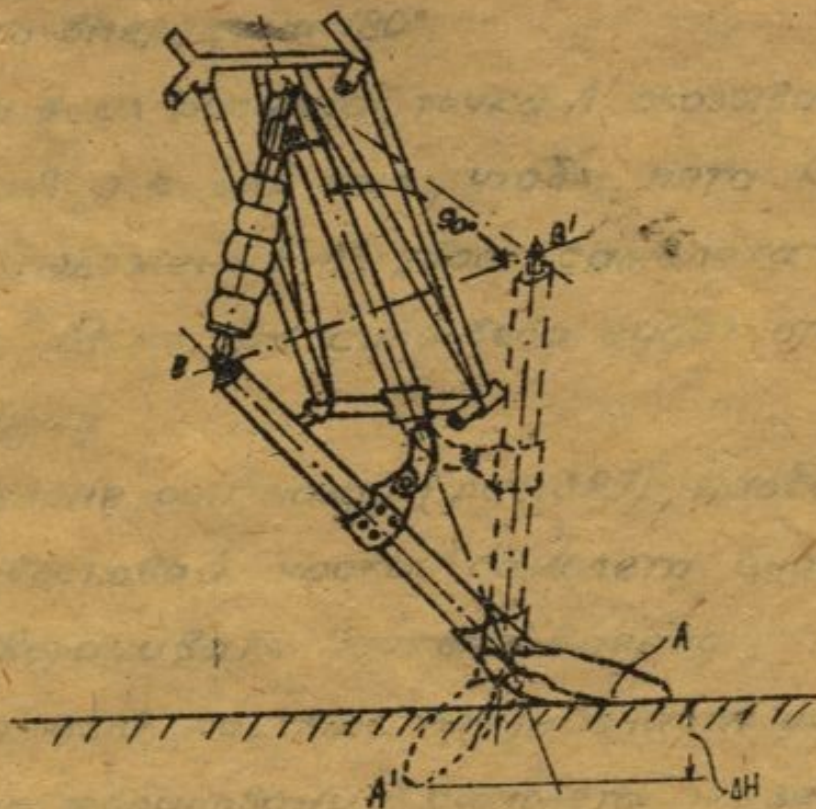


рис. 327.

6

Пунктиром показано положение костыля при повороте его вперед на  $180^\circ$ .

Как видно из рисунка, точка  $A'$  оказывается ниже точки  $A$ , т.е. для того, чтобы пята костыля перешла в положение  $A'$ , хвост самолета должен подняться. Ясно, что сила веса будет отклонять костыль назад.

При наклоне оси назад (рис. 327), наоборот, сила веса хвостовой части самолета будет стремиться заворачивать костыль вперед.

Управляемый костыль предназначен для наилучшего маневрирования самолета на земле при незаторможенных колесах шасси.

На оси вращения костыля [фиг. 179] имеется траверса, связанная троссами с системой управления рулем поворота.

Таким образом, пилот управляет разворотом самолета на земле также как и в воздухе.

Для того чтобы толчки, испытываемые костылем при рулежке самолета, не передавались на педали, в троссы управления костылем всегда включается амортизирующее приспособление - пружины [фиг. 179] или резиновый шнур.

Амортизация рассматриваемого костыля - резиновая. Тросс ограничивает максимальную вытяжку шнура. Съемной пята костыль не имеет.

По мере износа, необходимо либо сменять оковку,

либо заменять весь костыль.

С введением тормозных колес в самолетостроении управляемые костыли стали не нужны.

Из всех рассмотренных типов, на сегодня почти исключительно применяется ориентирующийся костыль.

Амортизация большинства костылей, установленных на самолетах, не способна поглотить энергии удара при посадке.

Остающаяся значительная доля этой энергии поглощается деформацией хвостовой части фюзеляжа. Т.к. увеличить размеры амортизатора не позволяют габариты хвостовой части фюзеляжа и имеющаяся в распоряжении конструктора высота костыля, нередко достигают увеличения энергии поглощаемой костылем путем дублирования амортизирующих устройств.

Так, например, у ориентирующегося костыля истребителя Моран-Сольме 405 (фиг. 180) несмотря на наличие масляного амортизатора, пята крепится к ноге костыля посредством рессоры.

Костыль истребителя Кодрон 710 снабжен, помимо масляного амортизатора, также резиновым шнуром (фиг. 181).

Одним из назначений костыля, до введения тормозных колес на самолетах, было торможение самолета при пробеге его после посадки.

С введением тормозных колес шасси, костыли на большинстве самолетов уступили место костыльным колесам.

Костыльное колесо имеет ряд преимуществ перед костылем, а именно:

- 1) пневматик поглощает значительную долю энергии при посадке.
- 2) Облегчается разбег самолета перед взлетом.
- 3) Не бороздится аэродром.

Единственный его недостаток - большой вес - является основной причиной того, что конструкторы легких самолетов часто предпочитают устанавливать костыль, несмотря на наличие тормозных колес шасси.

Ориентирующееся консольное колесо самолета Потез-63 представлено на фиг. 182.

Колесо помещается в закапотированной вилке, жестко связанной с вертикальной трубой; последняя свободно вращается в муфте, шарнирно связанной при помощи двух рычагов со шпангоутом фюзеляжа. Верхний конец муфты также посредством рычага шарнирно связан с амортизатором, сокращающимся при посадке самолета.

Верхний конец вращающейся трубы вилки костыльного колеса охватывается, связанным с ней, резиновым шнуром, ограничивающим поворот костыльного колеса.

Ориентирующийся костыльное колесо автотормоза Морэ и Оливье / Liogé et Olivier / с-34 / фиг. 183 / консольного типа.

К цилиндру амортизатора, жестко связанному с фюзеляжем, шарнирно крепятся (узел "А") два звена, образующиевилку, охватывающую колесо.

Звенья связаны поперечиной "В", скользящей в прорезе цилиндра амортизатора / учитывая дугообразное перемещение поперечины "В", ширина прореза должна быть больше диаметра поперечины /.

При посадке самолета, поперечина нажимает на головку поршня амортизатора и перемещает его вверх.

По мере роста скоростей полета самолета, все чаще осуществляется убирание костыльных колес наряду с убиранием шасси самолетов.

При гидравлической системе подъема шасси, убирание костыля можно осуществить: либо связав костыль тросом с каким либо звеном убирающегося шасси, с таким расчетом, чтобы при убирании шасси, трос натягивался и поднимал костыль, либо гидравлически, обеспечив одновременный пуск масла в подъемники шасси и костыля.

Примером гидравлического способа убирания является костыль самолета Кодрон-640 (фиг. 184).

Гидравлическая система Мессье убирания



шасси и костыля, установленная на этом самолете, рассмотрена нами выше (фиг. 81).

Наличие гидравлического замка на подъемнике "V" позволяет использовать его в роли силового стержня при посадке самолета.

А- гидро-пневматический амортизатор костыля.

Оригиналь<sup>ные</sup> убирающиеся костыльные колеса установлены на самолетах Ньюпор 160 и 161 (фиг. 185, 185<sup>A</sup>, 185<sup>B</sup>).

Нижняя часть фюзеляжа отклоняется вместе с костыльным колесом, вращаясь относительно оси "а".

Амортизатор "А" шарнирно связан с рамкой "В", образуя с ней ломающуюся ногу. Рамка "В" осью "о-о" связана с фюзеляжем.

С поперечиной "С-С" рамки связан подъемник "V".

Резиновые шнуры "D" обеспечивают гарантийный выпуск костыля.

Очень простая и оригинальная конструкция убирающегося костыля представлена на рис. 328. Нога костыля (1), являющаяся одновременно масляным амортизатором, подвешена при помощи уха (6) и оси (4) к крнштейну, укрепленному на шпангоуте фюзеляжа.

На кожухе амортизатора неподвижно укреплен цилиндр подъемника костыля (2), шток которого (3) шарнирно соединен со звеном (5), жестко

связанным с осью (4). При убирании костыля, масло подается в верхнюю полость цилиндра подъемника. Реактивная сила давления масла, действующая вверх создает момент поворачивающий

костыль относительно оси (4),

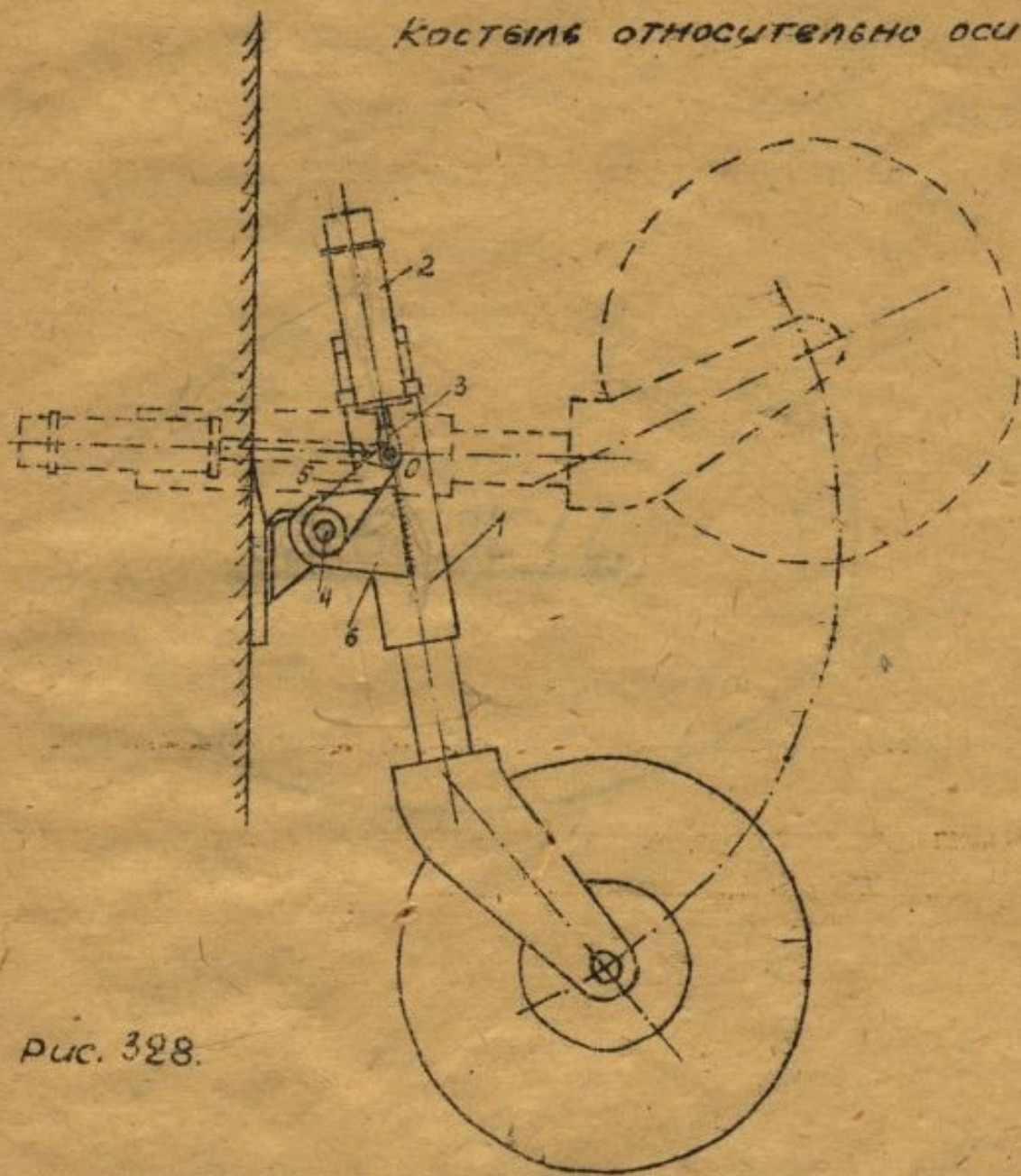


Рис. 328.

вместе с костью поворачивается и подъемник.

При этом шток поршня подъемника, имеющий возможность поворачиваться только относительно неподвижной точки (0), выдвигается из цилиндра подъемника.

В данной схеме полное убирание костыля обеспечивается незначительным ходом поршня.

Л. 61 Ж. У.



## VIII. Зимнее шасси.

/ лезжи/.

### Общие сведения.

Самолетные лезжи относятся к „посадочным приспособлениям“ при эксплуатации самолетов зимой в течение всего снегового периода.

Применение лезж вызвано проваливанием на снеговом покрове колес под действием веса самолета от недостаточности опорной поверхности аэрошин.

Основным назначением самолетных лезж является дать возможность самолету скользить по снежному покрову без проваливания и зарывания в снег с потребными для него скоростями.

Пример „зимнего шасси“ с лезжами показан на рис. 329.

Здесь „а“ и „б“ - стержни шасси, „с“ - ось шасси, „д“ и „е“ - амортизационные цепи / установочные приспособления/.

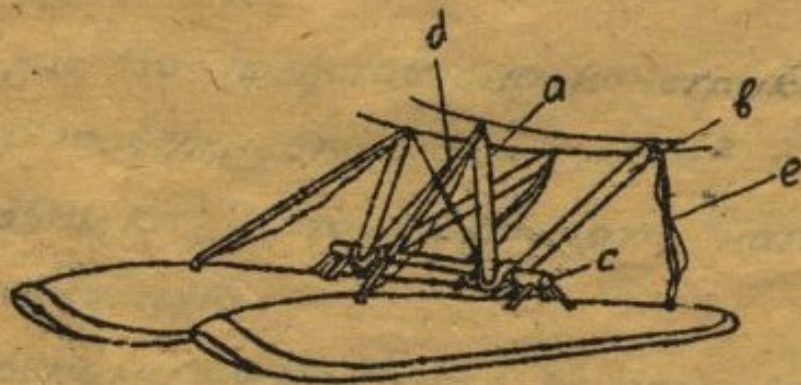


Рис. 329.

Лыжи разделяются на основные, заменяющие колеса, и подкостыльные или хвостовые, устанавливаемые в хвостовой части самолета (заменяющие пяту костыля или костыльное колесо).

По соображениям экономического порядка, весовых качеств и условий эксплуатации у нас в СССР строят главным образом лыжи деревянной конструкции, к описанию которых мы и переходим.

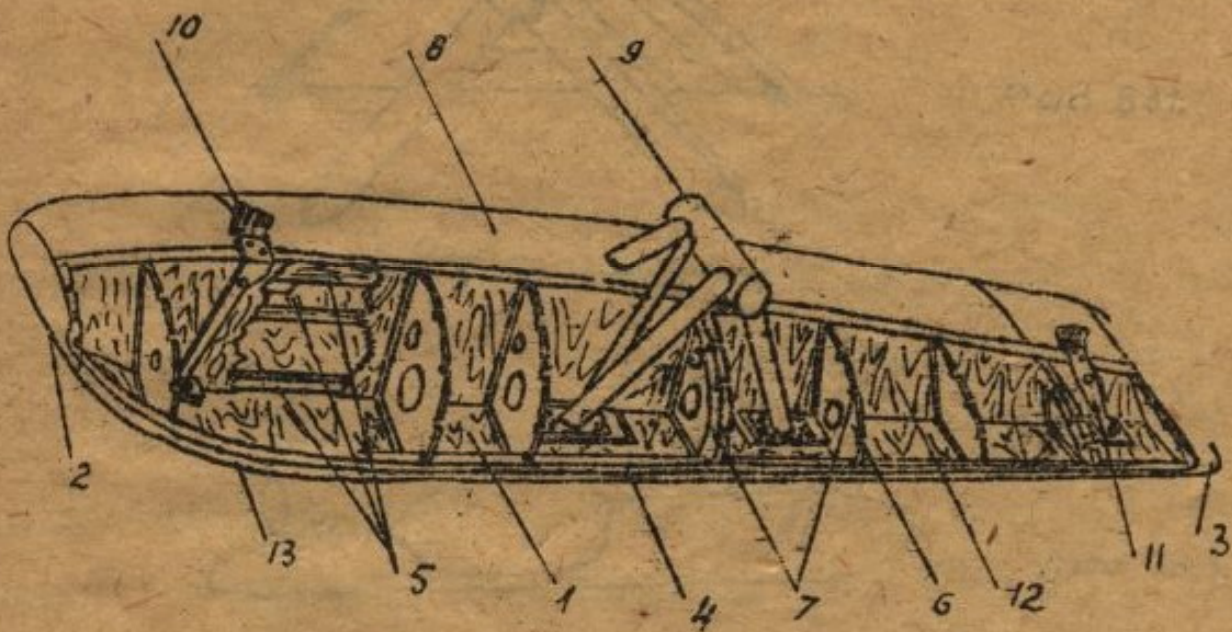


Рис. 330.

На рис. 330 представлена конструкция лыжи с опорной поверхностью около  $1,5 \text{ м}^2$  под самолет весом 3500 кг., которые принято называть лыжами легкого типа.

Основными элементами конструкции такой лыжи являются: полз - 1, передняя - 2 и задняя - 3 бобышки, бортовые ребра - 4, шпангоуты - 6,

стрингеры, обшивка - 8, лонжерон /с полками 5 и стенкой - 12/, кабан - 9 и узлы установочных приспособлений 10 и 11.

Для уменьшения вредного сопротивления на кабаны ставят обтекатель, показанный на рис. 331.

Лыжа с обтекателем показана на рис. 332.

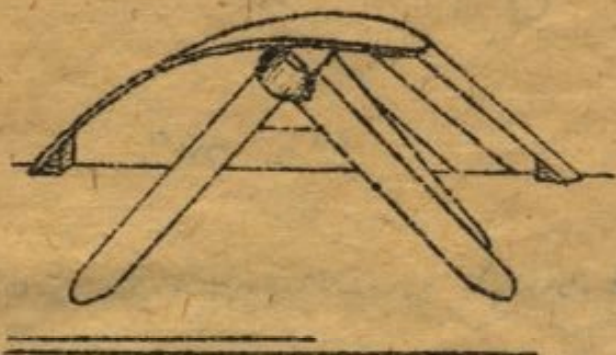


Рис. 331.



рис. 332.

### Лыжи с внутренней амортизацией.

Кроме описанных жестких кабанов, для лыж самолетов, не имеющих в шасси амортизации, и для лыж морских самолетов применяют кабаны с амортизацией, поглощающей необходимую работу при посадке, пробеге и разбеге.

Лыжи с такими кабанами носят название лыж с внутренней амортизацией.

Пример кабана с резиновой амортизацией показан на рис. 333, 334 и 335.

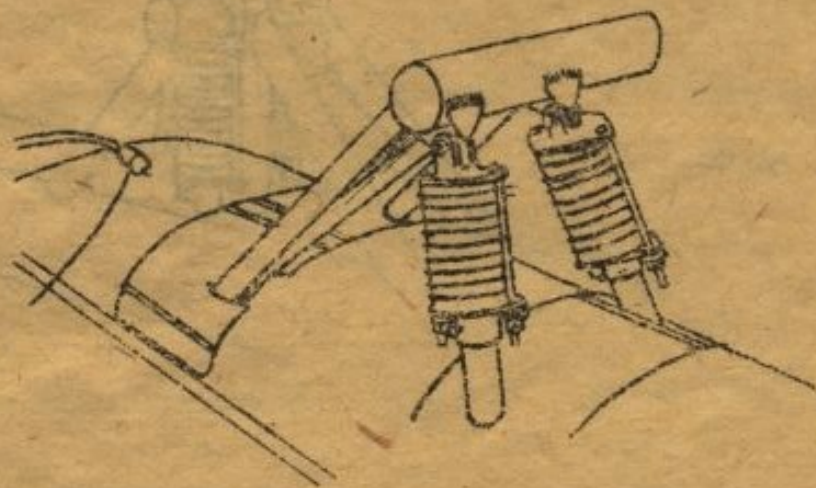


рис. 333.

В первой конструкции /рис. 333/ задние подкосы кабана, жестко сваренные со втулкой, соединены шарнирами с башмаками.

Передние подкосы, сделанные как амортизационные стойки телескопической конструкции, соединяются шарнирно и с втулкой и с башмаками.

При действии амортизации ось втулки опускается, описывая дугу вокруг оси шарниров задних башмаков.

В конструкциях показанных на рис. 334 и 335, втулка кабана, помещенная в каретке, скользит по направляющим только в вертикальном направлении.

Амортизация в этом случае выполняется либо

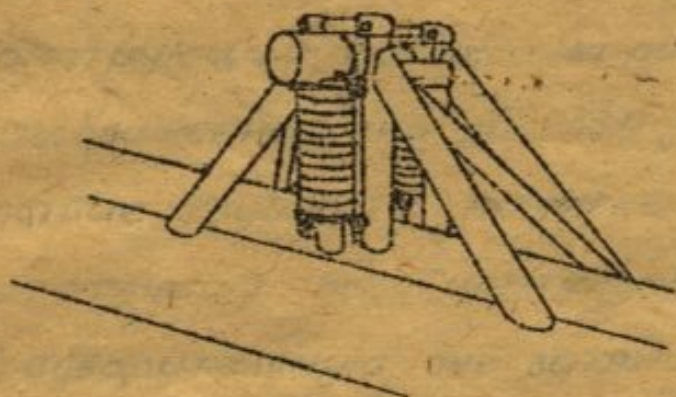


Рис. 334.



Рис. 335.

из пластинчатой резины (рис. 334) либо из шнуровой (рис. 335) пружинистой резины.

Тип кабана, показанного на рис. 333, имеет ряд неудобств, заключающихся в шарнирности соединения позкосов с башмаками и необходимости смазки их, что принуждает делать в обшивке лыжи четыре люка, нарушающих целостность ее и ослабляющих конструкцию.

Люки увеличивают возможность проникновения внутрь влаги, и следовательно, ускоряют загнивание лыжи. Кроме того, прочность таких кабанов на кручение невелика, в то время как упругие



деформации, наоборот, велики.

Кабаны такой конструкции ставились только на лыжах легкого типа.

Конструкция кабана на рис. 335 менее удобна, чем изображенная на рис. 334, главным образом вследствие трудности намотки шнуровой резины с достаточной предварительной затяжкой.

Предварительную же затяжку пластинчатых пакетов весьма просто и легко произвести стяжными болтами.

Кабан с масляно-пневматической амортизацией показанный на рис. 336, установлен на лыжах открытого типа, применяющихся в зарубежных странах. По схеме данная конструкция аналогична изображенной на рис. 335, с той разницей, что здесь амортизирующий подкос один, а не два.

Для сопротивления скручиванию задний подкос в этой лыже сделан в виде мощной рамы, в которой укреплена втулка.

### Установочные приспособления.

Назначение установочных приспособлений заключается в удержании лыжи в установочном полетном положении.

Установочный угол лыжи, т.е. угол, составленный нижней поверхностью лыжи и направлением горизонтального полета на максимальной скорости,

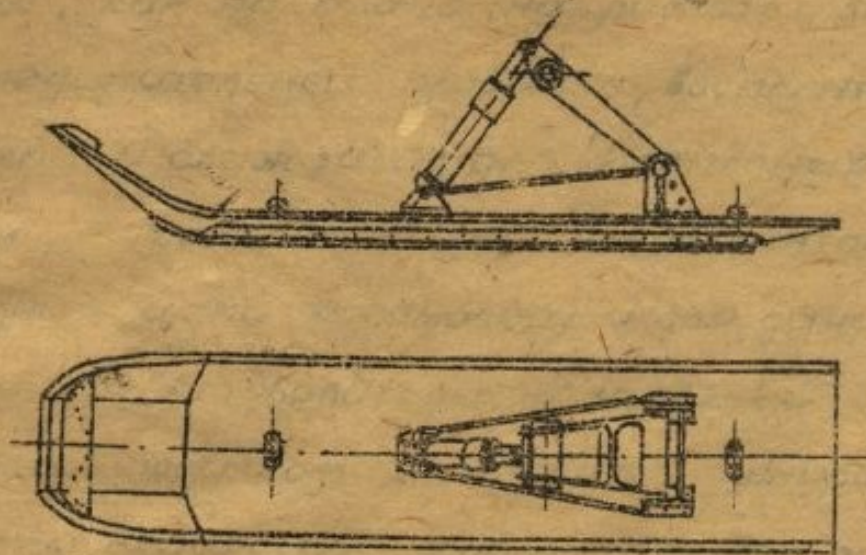


Рис. 336.

принимается в пределах от  $+1,5^\circ$  до  $3^\circ$ .

Как видно по данным продувок АВИИ в аэродинамической трубе, эти углы соответствуют значению  $C_m$ , близкому к нулю.

Амортизатор приспособления для удержания лыжи в полете, согласно нормам прочности самолета, не должен допускать отклонения лыжи более, чем на угол  $\pm 4^\circ$  при действии на лыжу удвоенного аэродинамического момента плюс момент от веса лыжи с соответствующей рассматриваемому случаю перегрузкой. Кроме того амортизатор не должен препятствовать отклонению лыжи при посадке самолета или давать при этом остаточные деформации.

Для выполнения этой задачи до последнего времени применяли, главным образом, так называемые амортизационные цепи, состоящие из:

1) резиновых шнуров с концами, заделанными в кулоны, как показано на рис. 337 и 338,

2) соединительных проволок, восполняющих длину цепи и служащих для крепления цепи к лыжам, 3) траверсы с червячным винтом с узлом крепления цепи к самолету и для дачи резиновым шнурам как предварительной затяжки, так и возможности производить разгрузку шнуров на стоянке путем вращення червячного винта в гайке, закрепленной на траверсе.

В качестве предохранительного приспособления, параллельно амортизационной цепи ставят ограничительный тросс, который предотвращает отклонение лыжи за пределы расчетных углов, а также предохраняет лыжу от провисания носом вниз, если резиновый шнур будет вырван из кулона или если произойдет обрыв ушков или болтов крепления амортизационной цепи.

Поэтому предохранительные троссы должны быть закреплены как на лыже, так и на самолете раздельно от крепления резиновых шнуров.

На рис. 337 и 338 показаны передняя и задняя амортизационные цепи. Задняя цепь на стоянке ослабляется, поэтому для нее червячный винт с траверсой не требуется и не изготавливается.

Места крепления амортизационных цепей выбирают так, чтобы узлы на самолете были по воз-

возможности на узлах крепления их к лыжам, т.е. с минимальными отклонениями от вертикали как в боковом направлении, так и в направлении полета.

Количество и размер резиновых шнуров для каждого самолета рассчитываются таким образом, чтобы моменты от аэродинамических и инерционных сил, действующих на лыжу и стремящихся лыжу отклонить от ее первоначального положения, были меньше, или во всяком случае не больше восстанавливающих моментов, возникающих при отклонении лыжи под действием натяжения амортизационных цепей (отклонение лыжи вверх заставляет работать задние цепи, вниз передние).



передняя амортизационная цепь.

Рис. 337.



задняя амортизационная цепь.

Рис. 338.

При расчете должны быть выдержаны следующие нормы:

1. Максимальные вытяжки шнуров не должны превышать 60-65%;
2. Вытяжка в полетном положении (предварительная затажка амортизатора) не должна превосходить 13-17%;
3. на стоянке вытяжка передних шнуров не должна превосходить 35%.

Необходимо отметить, что установочные приспособления из резиновых шнуров обладают рядом недостатков:

1. свойство резины под действием низких температур терять свою эластичность, что особенно сказывается для вытянутой резины;
2. большое вредное сопротивление;
3. необходимость разгрузки амортизаторов на стоянке и, наконец, 4. небольшой срок службы и необходимость сравнительно частой замены амортизационных цепей. К положительным качествам указанной конструкции надо отнести простоту производства.

В настоящее время начинают применять приспособления для удержания лыжи в полете в виде одной амортизационной стойки двойного действия, в виде амортизационных приспособлений, скрытых во втулке кабана или в самой лыже, и др.

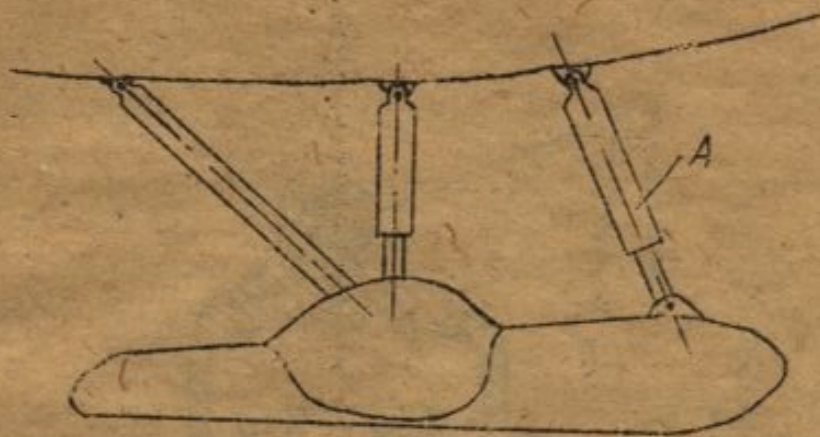


рис. 339

Пример лыжи с одной гидро-пневматической стойкой двойного действия /А/ показан на рис. 339. Сама стойка в разрезе дана на рис. 340.

Амортизатор работает при перемещении поршня в обоих направлениях /вверх и вниз/.

Диаметр цилиндра сделан больше диаметра поршня с целью увеличить объем воздушной камеры в связи с ограниченными размерами длины стойки.

Такая стойка надежна и проста в эксплуатации. К ее недостаткам следует отнести сложность в производстве.

Установочное приспособление скрывается внутри лыжи, показанной на рис. 341.

Как видно из рисунка, здесь установочное приспособление состоит в том, что резиновая шнуровая или пружинная амортизация расположена горизонтально внутри и вдоль лыжи в натянутом состоянии.

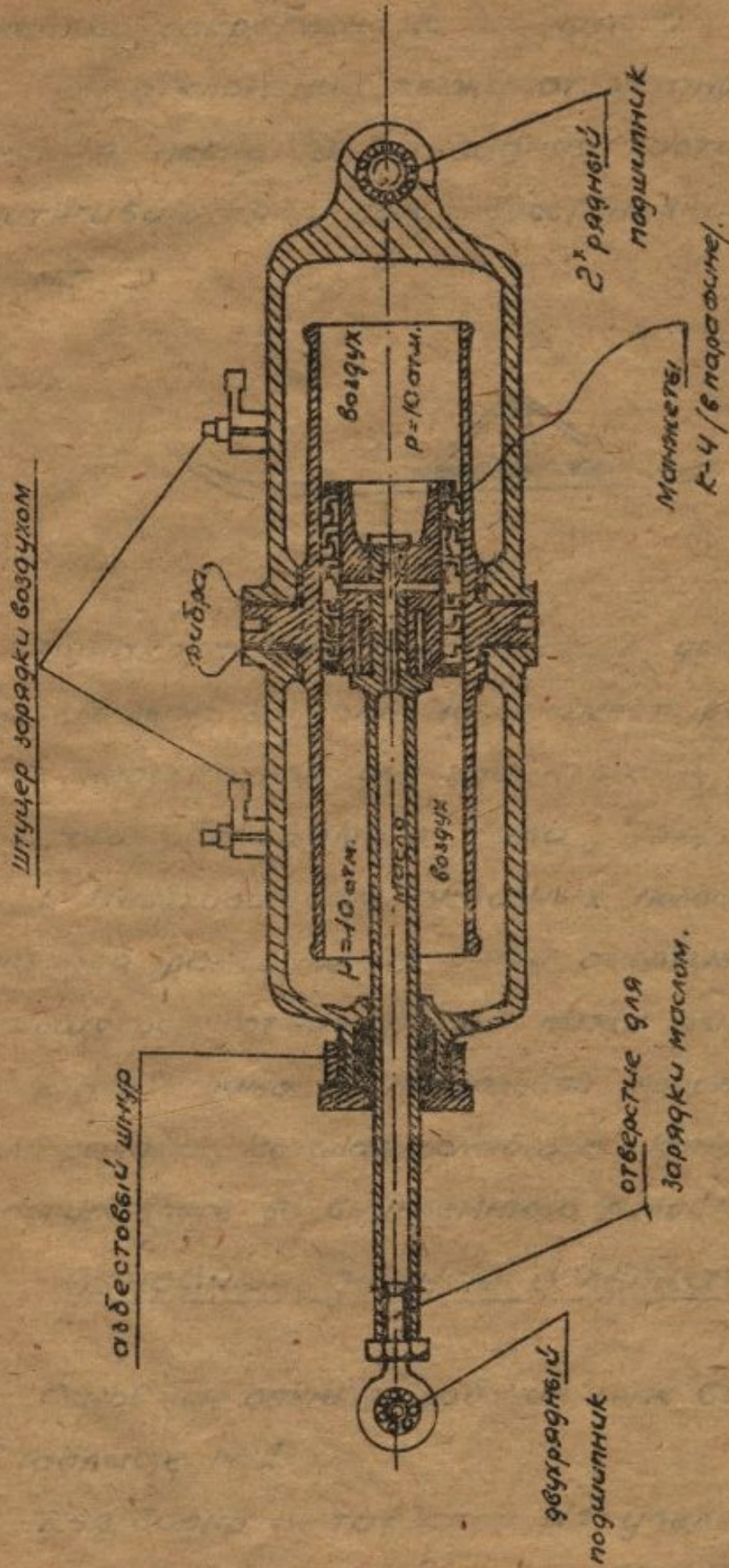


Рис. 340.

С амортизаторами соединен рычаг, который жестко закреплен на оси шасси.

При отклонении лыжи от установочного положения передняя или задняя части амортизации натягиваются и дают восстанавливающий момент.



Рис. 341.

Однако, такая конструкция, удобная для открытого лыж <sup>тула</sup> заграничного, имеет ряд существенных недостатков для принятых у нас лыж закрытого обтекаемого типа, например:

1. Необходимость сквозных полостей внутри лыжи для размещения в ней амортизаторов и качающегося относительно лыжи рычага;

2. Необходимость продольной прорези в обшивке для рычага, которая ослабляет конструкцию и дает доступ влаги во внутреннюю полость лыжи и др.

### Основные данные о лыжах.

Основные данные рабочих лыж СССР приведены в таблице №1.

Как видно из таблицы №1 удельная нагрузка на лыжу колеблется в пределах 900-1200 кг/м<sup>2</sup>.



Таблица №1. Данные лбж СССР.

Название самолета	Длина $L$ мм	Ширина $B$ мм	Удлинение $\lambda = \frac{L}{B}$	Габаритная площадь $S_0$ м <sup>2</sup>	Площадь погружения на полз $S_{\text{погр}}$ м <sup>2</sup>	Удельная нагрузка на полз $W$ кг/м <sup>2</sup>	Вес одной лбж $Q_1$ кг	Вес самолета $G$ кг
№1	1400	360	3,9	0,49	0,45	1000	14	980
№2	1800	350	5,15	0,58	0,54	1070	20,5	1250
№3	1970	400	4,9	0,76	0,70	1025	23,5	1560
№4	2200	430	5,15	0,91	0,84	1160	30	2100
№5	2730	380	7,2	0,95	0,87	1025	33	1950
№6	2600	430	6,05	1,07	1,0	1210	38	2600
№7	2800	510	5,5	1,28	1,18	1170	44	3000
№8	3000	700	4,27	2,07	1,7	1200	70	5000
№9	3100	764	4,05	2,31	1,8	1180	93	5400
№10	3700	900	4,1	3,31	2,74	510	115	6000
№11	4200	1680	2,5	6,65	-	-	258	-
№12	5540	1450	3,8	8,0	-	1070	350	17150
№13	6600	2400	2,84	16,32	-	1160	660	38000

Таблица №2. Сравнения веса лыж и колес СССР.

Опорная площадь м <sup>2</sup>	Размер колес D x d мм.	Вес лыжи кг.	Вес спусковых колес. кг.	Вес колес в % от веса лыж.
0,49	700 x 100	14,0	11,0	78,5
0,58	750 x 125	20,5	15,0	73
0,95	800 x 150	33,0	17,0	51,5
1,28	900 x 200	44,0	29,0	66
2,28	1100 x 250	105,6	54,0	51,2
3,31	1350 x 300	115,0	88,0	76,5
8,00	2000 x 450	350,0	250,0	71,2

Из таблицы №2 мы видим, что переход на лыжи значительно увеличивает вес самолета.

Вес зарубежных открытых лыж еще больше, нежели вес наших лыж.

Этот существенный недостаток лыжного шасси.

Вторым крупным его недостатком является увеличение пробега самолета в связи с отсутствием тормозов.

Третий недостаток - увеличение лобового сопротивления - постепенно устраняется применением убирающихся шасси.

### Убирающиеся лыжные шасси.

При убирании шасси назад лыжа подтягивается к крылу и остается в таком "примкнутом"

положении в течении полета.

/Вероятно, по мере развития убирающихся лезжных шасси, войдут в употребление более тонкие лезжи с целью уменьшения сопротивления их в „примкнутом“ к крылу положении/.

При шасси убирающихся вбок задача подтягивания лезжи решается более сложно, т.к. лезжа должна дополнительно поворачиваться.

Пример такой конструкции представлен на рис. 342-345.

Общая схема убирающегося шасси с лезжей показана на рис. 342.

Здесь А- нога шасси, включающая масляно-пневматический амортизатор.

В и С- подкосы шасси.

Д- установочное приспособление лезжи (гидропневматический амортизатор двустороннего действия).

Е- ось шасси.

Ф- переходной хомут, шарнирно крепящийся к оси шасси „Е“ и к кабану лезжи „Г“.

Лезжа - специальная; кабан ее повернут по сравнению с кабанами обычных лезж на  $90^\circ$ , так что ось кабана параллельна продольной оси самолета.

Конструкция хомута „Ф“ отдельно показана на рис. 343.

При убирании шасси вбок (влево) тросс „Н“ натя-

проекция на АА

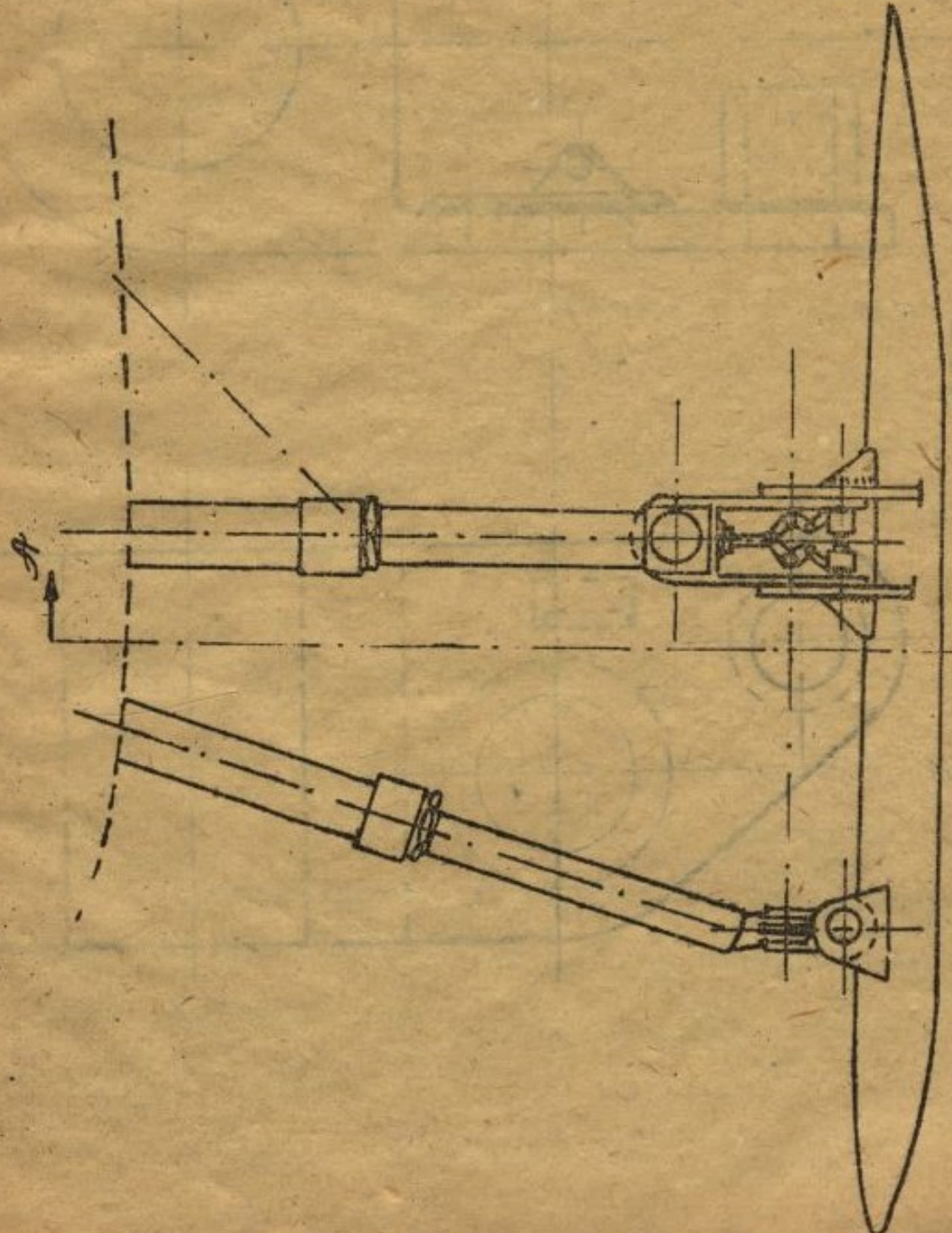
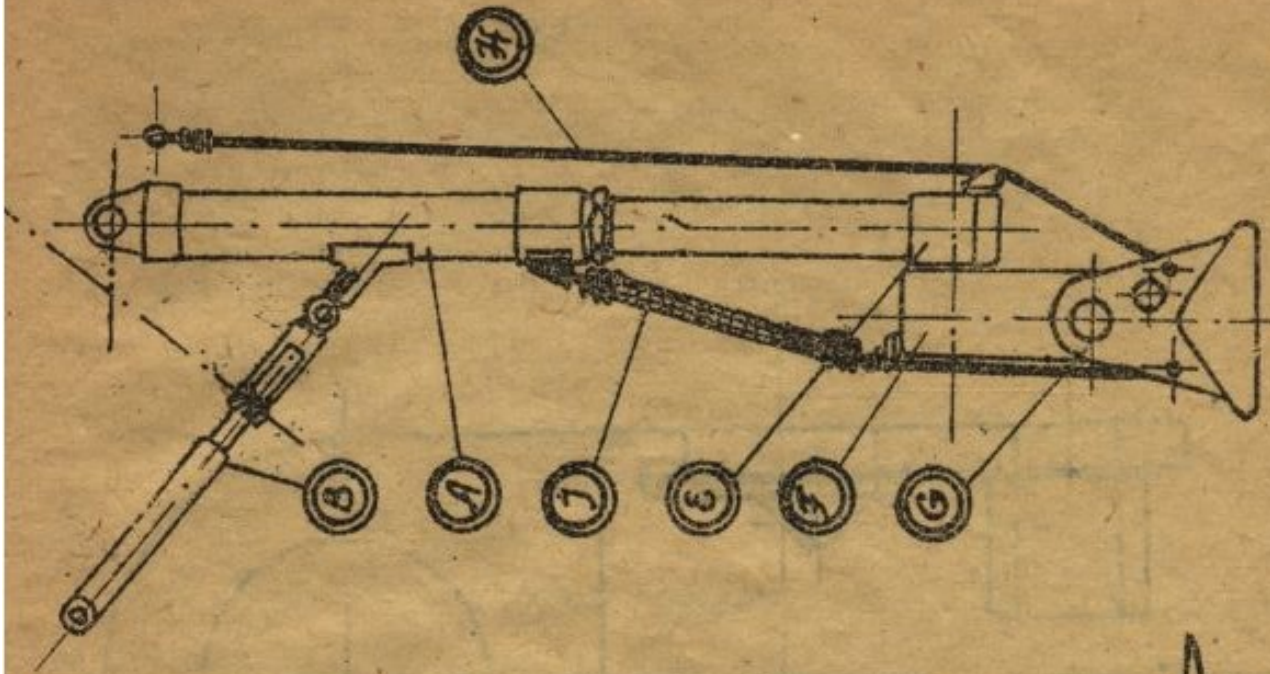


Fig. 342

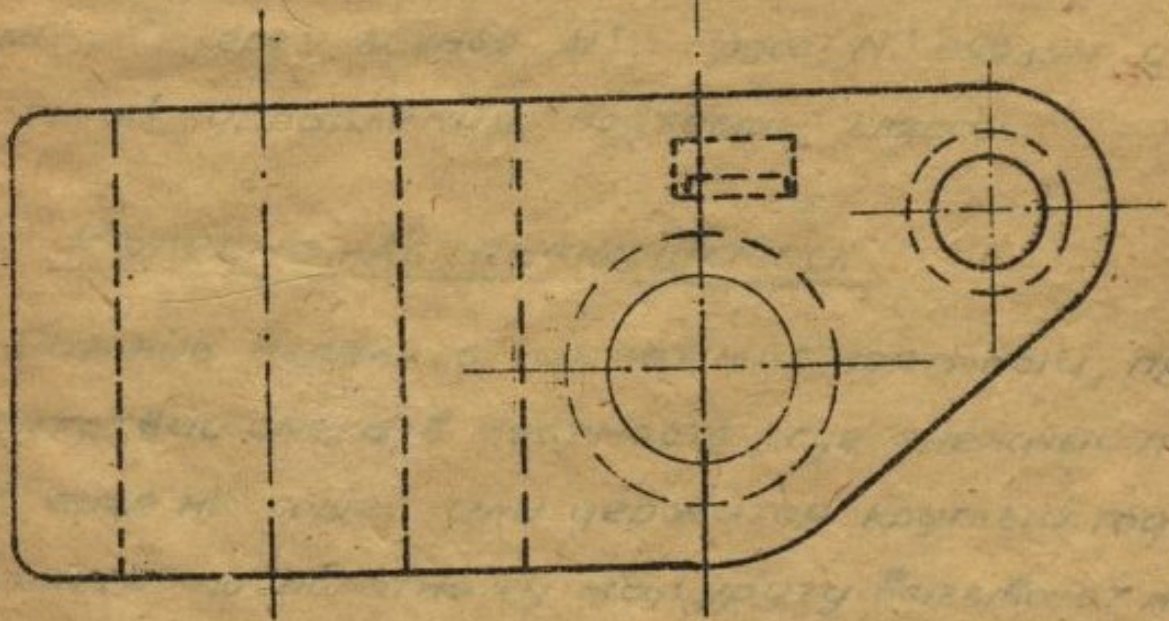
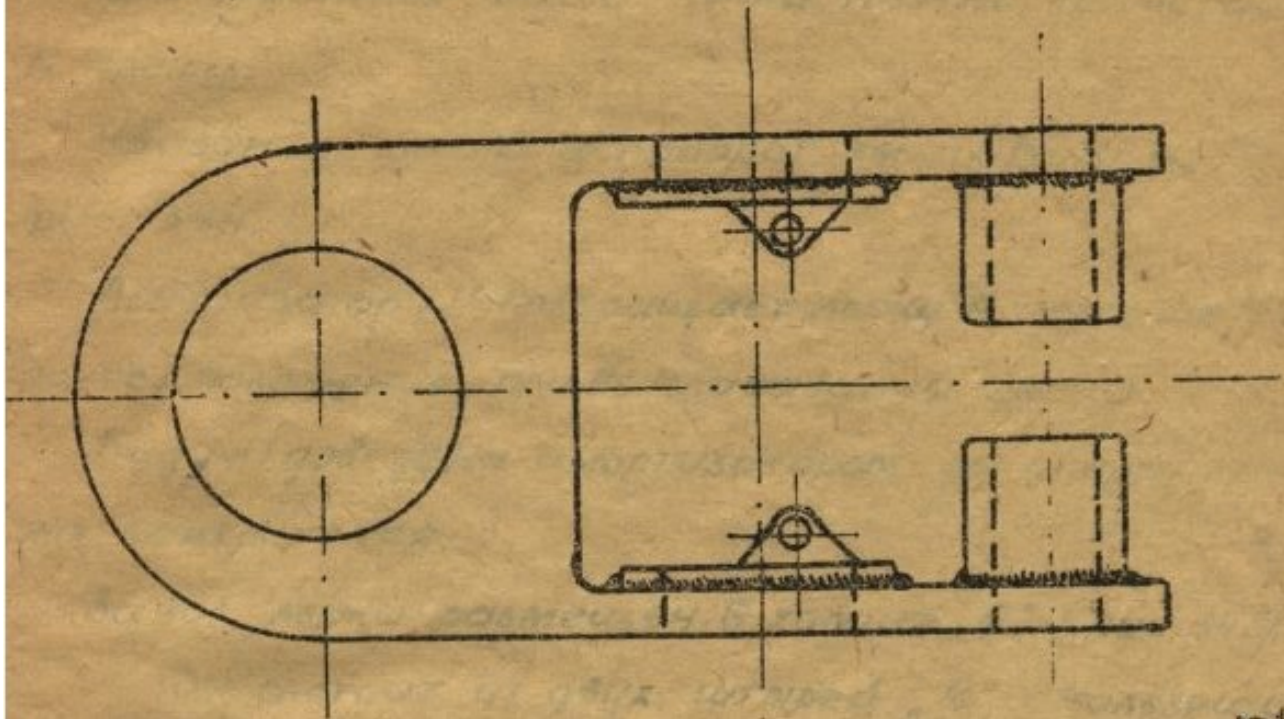


Рис. 343

гибается и заставляет лыжу поворачиваться  
вправо/вокруг прямой „0-0“, соединяющей ось ка-  
бана лыжи с осью кардана „D“.

При убранном шасси лыжа плотно прилегает  
к крейлу.

Убирание шасси и поворот лыжи ясны из  
рис. 344.

Амортизатор „J“ возвращает лыжу в исходное/ра-  
бочее/положение при выкладывании шасси.

Будучи доведена амортизатором до упора, лы-  
жа замыкается.

Замок лыжи размещен в хомуте „F“ / рис. 345/

Он состоит из двух штырей „K“, скользящих  
в приливах хомута и входящих в отверстия на  
кабана лыжи, приводимых в действие угольни-  
ками „L“ через звенья „M“. Тросс „N“ связан с  
системой управления подъемом шасси.

### Колесно-лыжные шасси.

Дальние перелеты из южной местности, при  
отсутствии снега, в местность, где снежный пок-  
ров еще не сошел или держится круглый год, и  
перелеты по обратному маршруту вызывают необ-  
ходимость применения комбинированного колес-  
но-лыжного шасси.

Многочисленные попытки конструирования  
комбинированного шасси делались за границей

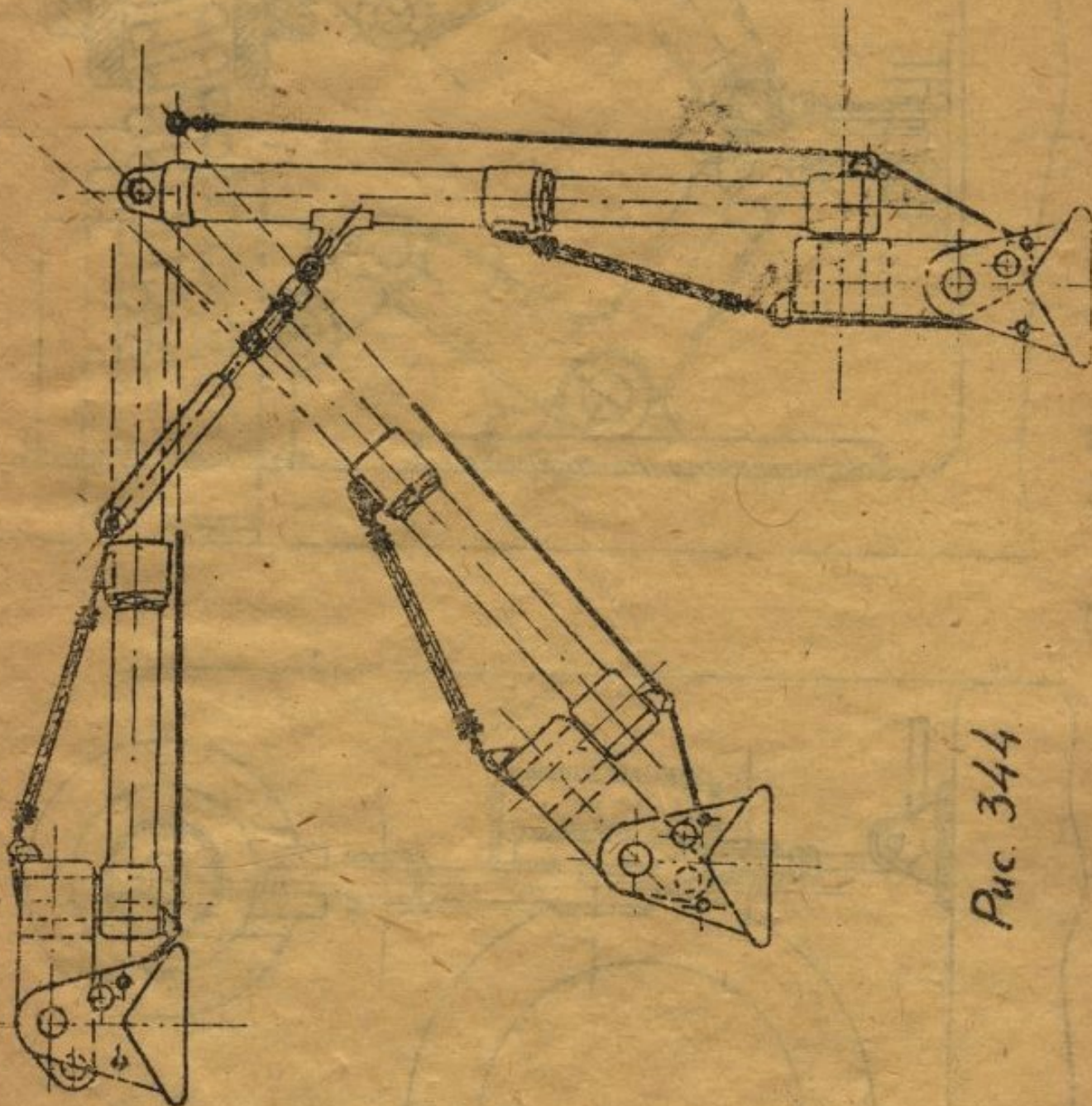


Рис. 344

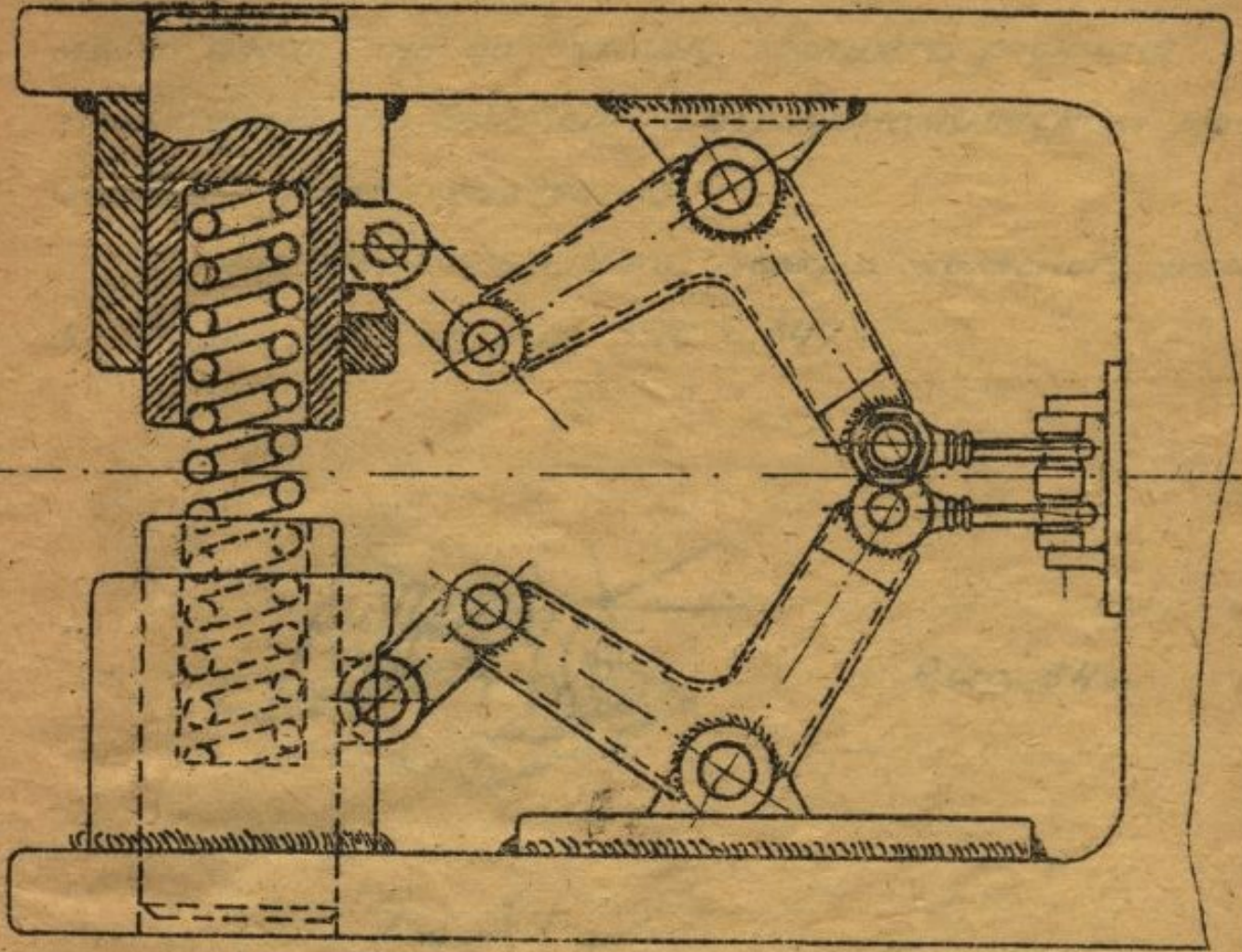
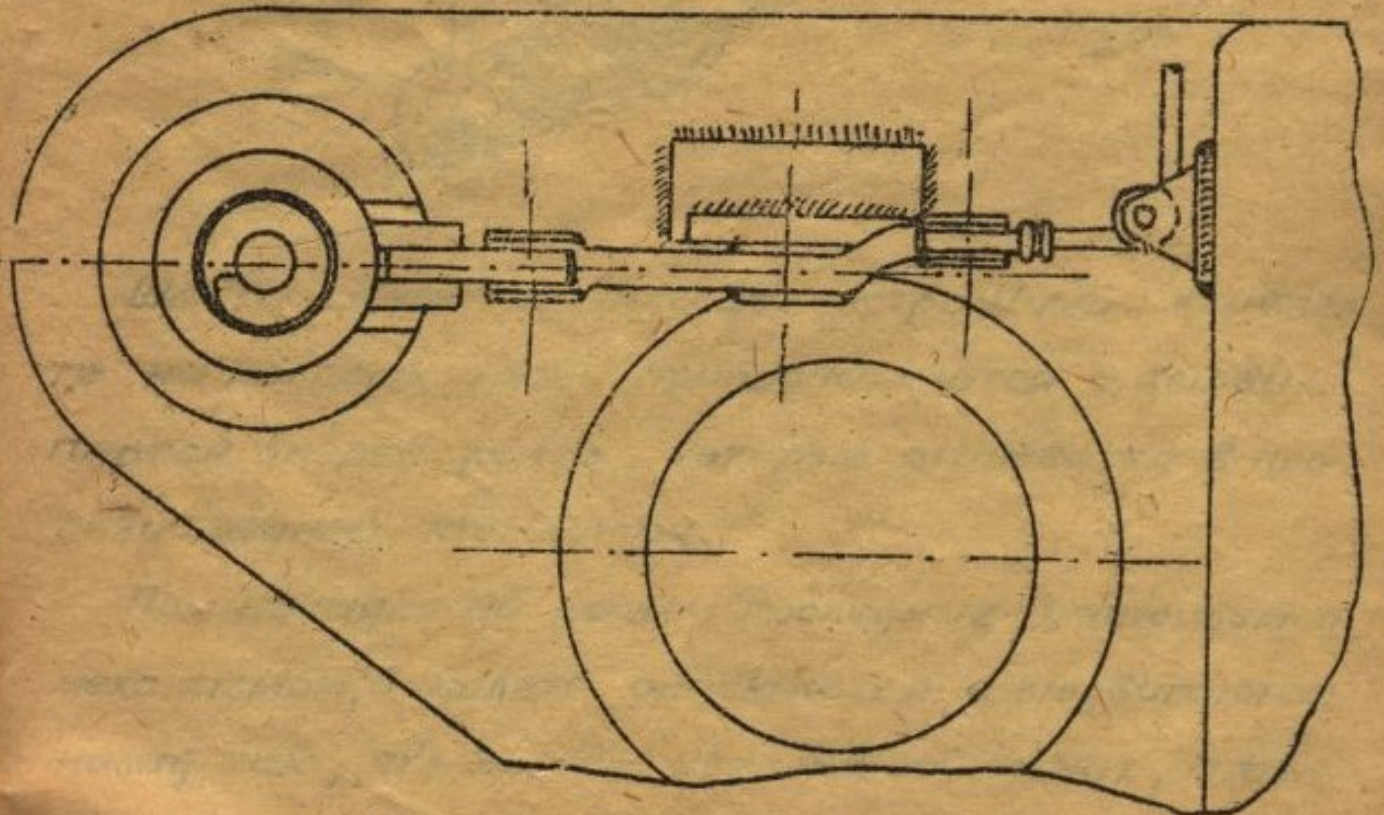


Рис. 345.





в Канаде, Норвегии, Германии, а в последнее время и у нас, но достаточно хорошего решения этой задачи по весовым и аэродинамическим качествам нам неизвестно.

Пример американского лыжно-колясного шасси Перри дан на рис. 346 и 347.



Рис. 346.

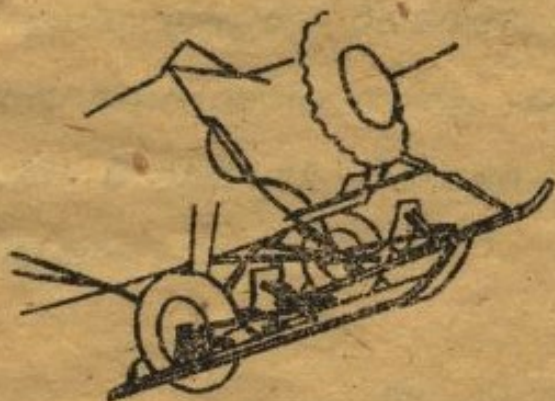


Рис. 347.

Шасси имеет следующее устройство: при взлете на колесах лыжи приподнимаются и выдвигаются вперед колес, которые становятся в пропилы задней части лыж.

При посадке на лыжи последние, имеющимся механизмом, в полете опускаются и отодвигаются назад так, что колеса безжуют на них, становясь в специальные гнезда, и тогда работают

как обычные кабань.

Ясно, что лобовое сопротивление и вес таких лыж чрезвычайно велики.

### Хвостовые лыжи.

Основные элементы конструкции хвостовых лыж те же, что и рабочих.

На рис. 348 показана конструкция хвостовой деревянной лыжи.

На передней бобышке хвостовой лыжи или на передней части лонжерона крепится ушко, на которое надевается амортизационный резиновый шнур для удержания лыжи в полете.

Толщина шнура бывает 10, 13 и 16 мм.

Ограничительный тросс, или проволока, обычно ставится в лыжах больших размеров, длиной свыше 600 мм.

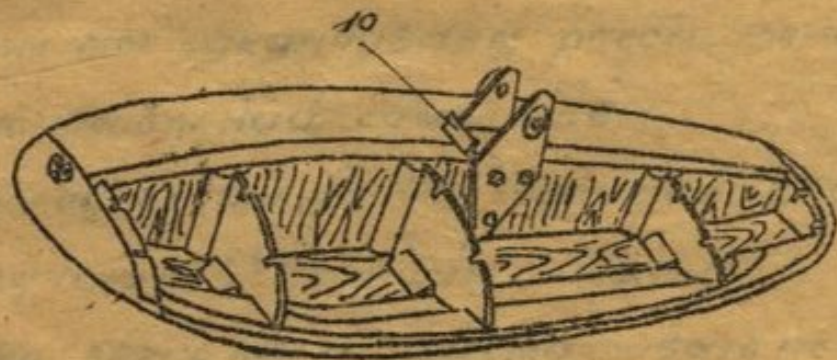


рис. 348.

Задних установочных приспособлений хвостовые лыжи не имеют, но вместо них ставят на лонжероне

у кабанчика так называемый гусек (10) — изогнутую пластинку из рессорной стали толщиной 1,5—2 мм. Гусек ставится с таким расчетом, чтобы он во время полета не позволял лыже задираться вверх на величину того зазора, который необходим между подошвой костыля и лонжероном лыжи в пределах отклонения ее на рулежках по неровностям аэродрома.

Удельная нагрузка для хвостовых лыж принимается значительно более высокой, чем для основных.

Существующие хвостовые лыжи имеют удельную нагрузку на полоз от 1800 до 3500 кг/м<sup>2</sup>.

Для тяжелых самолетов, более 10000 кг. допускают удельные нагрузки лишь до 2000 кг/м<sup>2</sup>, а для легких и средних обычно удельную нагрузку повышают.

---

На этом мы заканчиваем рассмотрение посадочных приспособлений самолетов.

За последнее время все большее распространение получают 3<sup>х</sup> колесные шасси.

Однако, здесь мы их рассматривать не будем так как 1) Их преимущества, общие положения, касающиеся таких схем и ряд примеров самолетов с 3<sup>х</sup> колесными шасси были подробно рассмотрены в 1 выпуске /Введение в курс „Конструкции

самолетов %.

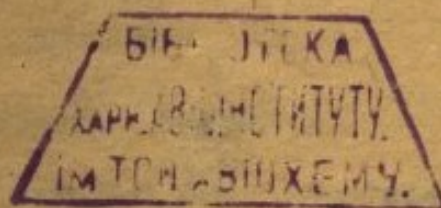
2) На сегодня нет еще четко сформулированных требований к геометрическим параметрам трехколесных шасси, которые бы следовало изложить в настоящем разделе и

3) что касается конструкции, то шасси основных / задних / колес крепящиеся обычно к крылу и убираемые в центроплан или коки моторов, ничем не отличаются от шасси нормальной схемы.

Переднее колесо обычно крепится к фюзеляжу посредством консольной ноги и убирается назад.

Из условия лучшего маневрирования самолета на земле колесо это выполняется управляемым.

При проектировании трехколесного шасси вопросы управления передним колесом и отдельного торможения основных колес следует очевидно решать совместно.



Список литературы.

1. Агладзе "Выбор рациональных размеров шасси"
2. Ланглей "Конструкции металлических самолетов"
3. Т. В. Ф. №5 - 1935 г.
4. —" — №6 - —" —
5. —" — №7 - - 1936 г.
6. —" — №6 - 1937 г.
7. —" — №11/12 - 1937 г.
8. —" — №5 - 1938 г.
9. —" — №8 - 1938 г.
10. —" — №9 - 1938 г.
11. Самолет №6 - 1936 г.
12. Гражданская авиация №12 - 1938 г.
13. Flight №1364 - 1935 г.
14. —" — №1556 - 1938 г.
15. Aviation №6 - 1938 г.
16. L'aéronautique №210
17. —" ————— №220
18. —" ————— №223
19. Топалов "Самолетные лыжи"
20. Langley "Metal Aircraft construction" (1938 г.).

# Оглавление.

## Шасси.

стр.

I. Общие сведения о шасси .....	1
II. Классификация шасси .....	3
III. Конструкции неубирающихся шасси .....	3
IV. Выбор рациональных размеров шасси .....	12
а) Высота шасси .....	13
б) Вынос — — — .....	14
в) Величина колеи .....	18
V. Убирающиеся шасси .....	21
VI. Конструкции убирающихся шасси	
А. Шасси убирающиеся назад .....	32
Шасси самолёта Амио - 341 .....	42
— — — — — Когрон - 640 .....	45
— — — — — Потез - 53 .....	47
— — — — — De-Хэвилленд „Комет“ .....	49
В. Шасси убирающиеся вперед .....	50
Шасси самолёта Дуглас DC-2 .....	51
С. Шасси убирающиеся вбок	
Шасси самолёта Вулвети VI-AS .....	53
— — — — — Моран - Солонве .....	56
— — — — — Хестон Феникс .....	60
— — — — — Ньюпор 161 .....	61
— — — — — Клейм Угл .....	63
— — — — — Когрон - 460 .....	67
— — — — — Потез - 53 .....	74
— — — — — Кертисс Р-36А .....	82

Шасси самолета Хаукер Хуррикен .....	84
— " — амфибии Грумман .....	85
— " — самолета Кольховен FK-55 .....	86

КОСТЫЛВ.

VI. Костыль и костыльное колесо .....	87
---------------------------------------	----

ЛБІЖИ.

VII. Зимние шасси

Общие сведения .....	96
Лбіжи с внутренней амортизацией .....	98
Установочные приспособления .....	101
Основные данные о лбіжах .....	108
Убирающиеся лбіжные шасси .....	110
Колесно-лбіжные шасси .....	114
Хвостовые лбіжи .....	118
Литература .....	121

3833

