



**Военная кафедра**  
**Цикл авиационного оборудования**



**Дисциплина**  
**«Основы конструкции и прочности летательных аппаратов»**

**Тема № 7. Взлетно-посадочные устройства**

**Лекция № 12. Шасси самолета**

# Учебные цели занятия

## **Знать:**

- назначение шасси и особые требования, предъявляемые к ним;
- основные схемы шасси. Деление шасси по типу опор;
- конструктивно-силовые схемы шасси. Уборка и выпуск шасси;
- устройство колеса и его назначение.

**Отводимое время на занятие 90 минут**

## **Учебные вопросы занятия**

- 1. Назначение шасси и особые требования, предъявляемые к ним.**
- 2. Основные схемы шасси. Деление шасси по типу опор.**
- 3. Конструктивно-силовые схемы шасси. Уборка и выпуск шасси.**
- 4. Устройство колеса и его назначение.**

## **Литература на самоподготовку**

**Конструкция самолетов, Москва Машиностроение. Глаголев А.Н., Гольдинов М.Я., Григоренко С.М., 1975 г. 479с**

# **ВОПРОС 1**

**Назначение шасси и особые требования,  
предъявляемые к ним**

**Шасси включают в себя элементы, непосредственно опирающиеся на поверхность аэродрома (колеса, лыжи) и элементы, передающие нагрузки от них на планер самолета.**

**Для смягчения и поглощения ударных нагрузок при посадке и маневрировании самолета в шасси имеются упругие элементы — пневматики колес и амортизаторы.**

**Для маневрирования самолетом по ВПП в шасси предусматриваются тормозные и управляющие устройства.**

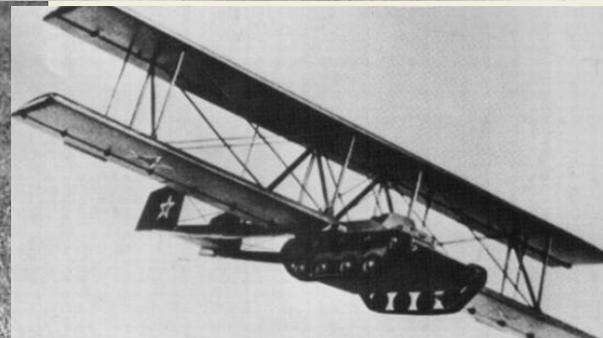
**Почти на всех самолетах шасси убирается в полете.**

**Шасси самолета должны удовлетворять общим требованиям, предъявляемым к авиационным конструкциям, а также обладать необходимой устойчивостью и управляемостью движения самолета при взлете, посадке и передвижении по аэродрому, эффективным поглощением и рассеиванием кинетической энергии ударных нагрузок самолета в момент посадки и движения по аэродрому, а также необходимой проходимостью по покрытию аэродрома.**



Колесно-лыжное шасси самолета Су-7БКЛ





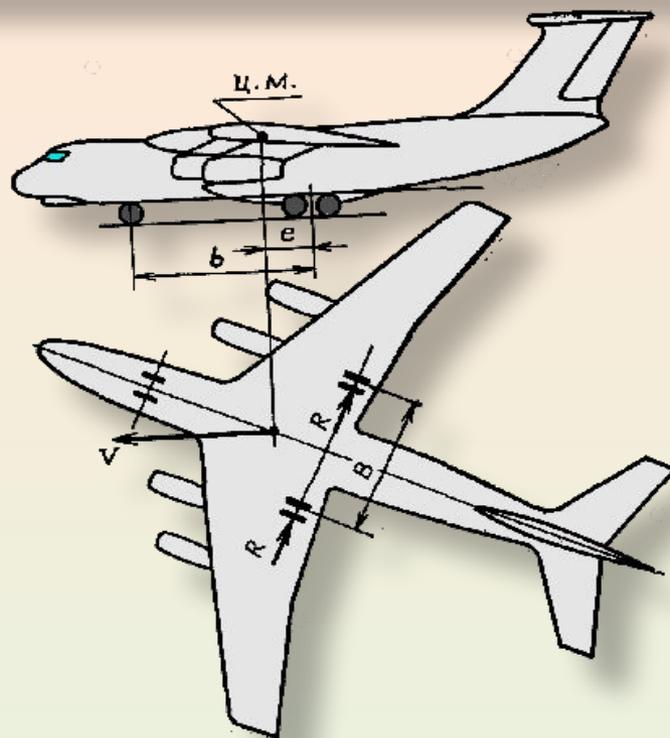


## **ВОПРОС 2**

**Основные схемы шасси.  
Деление шасси по типу опор**

Схема шасси (число опор, их расположение относительно центра масс самолета) и ее параметры определяют устойчивость и маневренность самолета при движении по аэродрому. Каждая опора в общем случае может иметь несколько колес и даже стоек

Основной схемой шасси военных самолетов является трехопорная схема с носовой опорой, при которой две основные опоры (основные стойки шасси), воспринимающие основную нагрузку при стоянке самолета, располагаются позади его центра масс, а третья опора вынесена вперед в носовую часть фюзеляжа. На вертолетах применяется часто четырехопорная схема, при которой устанавливаются две передние стойки по бортам фюзеляжа.



База шасси  $b$  — расстояние по оси самолета от носовой стойки до линии расположения основных стоек. Величина  $b$  составляет обычно 30 — 35 % длины самолета. Уменьшение ее делает самолет более склонным к продольным колебаниям при движении по аэродрому

Вынос основных стоек от центра масс самолета  $e = (0,10 \div 0,12) b$ . Увеличение выноса затрудняет отрыв передней стойки при разбеге, а уменьшение может вызвать опрокидывание самолета на хвост.

Трехопорное шасси с задней стойкой применяют только на нескоростных винтовых самолетах.

Такой самолет во время скоростной посадки при энергичном торможении колес или лобовом ударе, в главные колеса может перевернуться через них (скапотировать), а при вертикальном ударе взмыть вверх.

Сравнивая первые два типа шасси, необходимо заметить, что шасси с передней стойкой (колесом) обеспечивает путевую устойчивость, но не обеспечивает продольной устойчивости при движении на основных стойках (колесах). В шасси с хвостовым колесом — наоборот.

Двухопорное шасси велосипедной схемы применяют на отдельных самолетах, у которых убирать стойки в тонкое крыло невозможно, а убирать в гондолы под крылом невыгодно из-за требований аэродинамики.



Самолет с таким шасси имеет плохую поперечную устойчивость, так как стойки не разнесены по размаху крыла, а большая нагрузка на переднюю стойку (40 — 50 % веса самолета) приводит к плохой проходимости как по грунту, так и по бетону и затрудняет отрыв от земли передней стойки при взлете. Поэтому у самолетов с велосипедной схемой шасси для облегчения взлета применяется «вздыбливание» передней или «приседание» задней стоек.

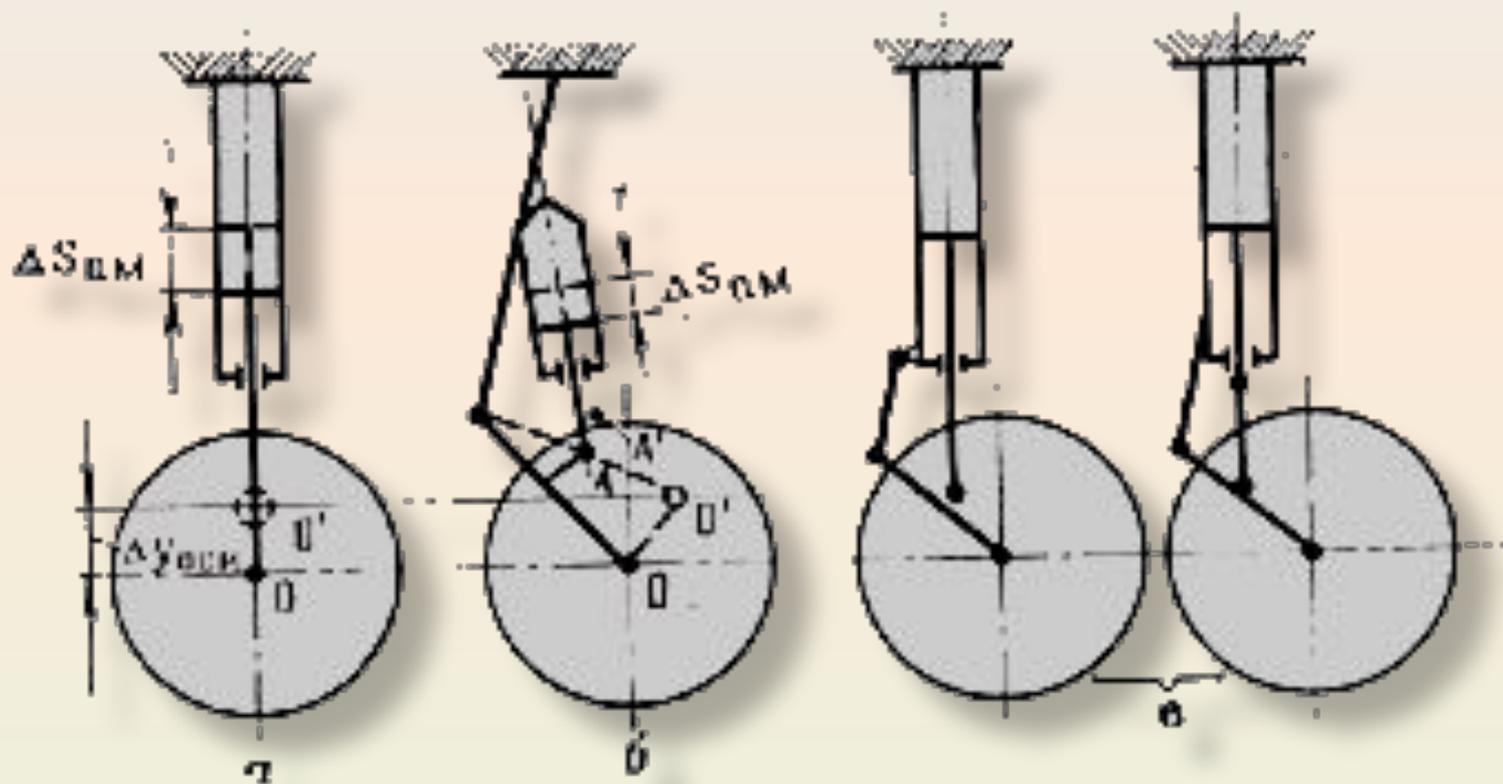
Колея шасси  $B$  — расстояние между основными стойками.

Увеличение колеи затрудняет установку шасси и уборку его в фюзеляж.

Уменьшение — облегчает опрокидывание на крыло при разворотах, затрудняет управление самолетом в попутном направлении посредством тормозов и требует установки управляемой передней стойки.

Стойки разделяются по характеру включения амортизатора на телескопические *а* и рычажные *б*, *в*. В телескопических стойках амортизатор жестко крепится к оси колеса (колесной тележки).

При рычажной стойке амортизатор связан с осью колеса через промежуточный элемент — рычаг.



По сравнению с телескопическими стойками рычажные обладают рядом преимуществ:

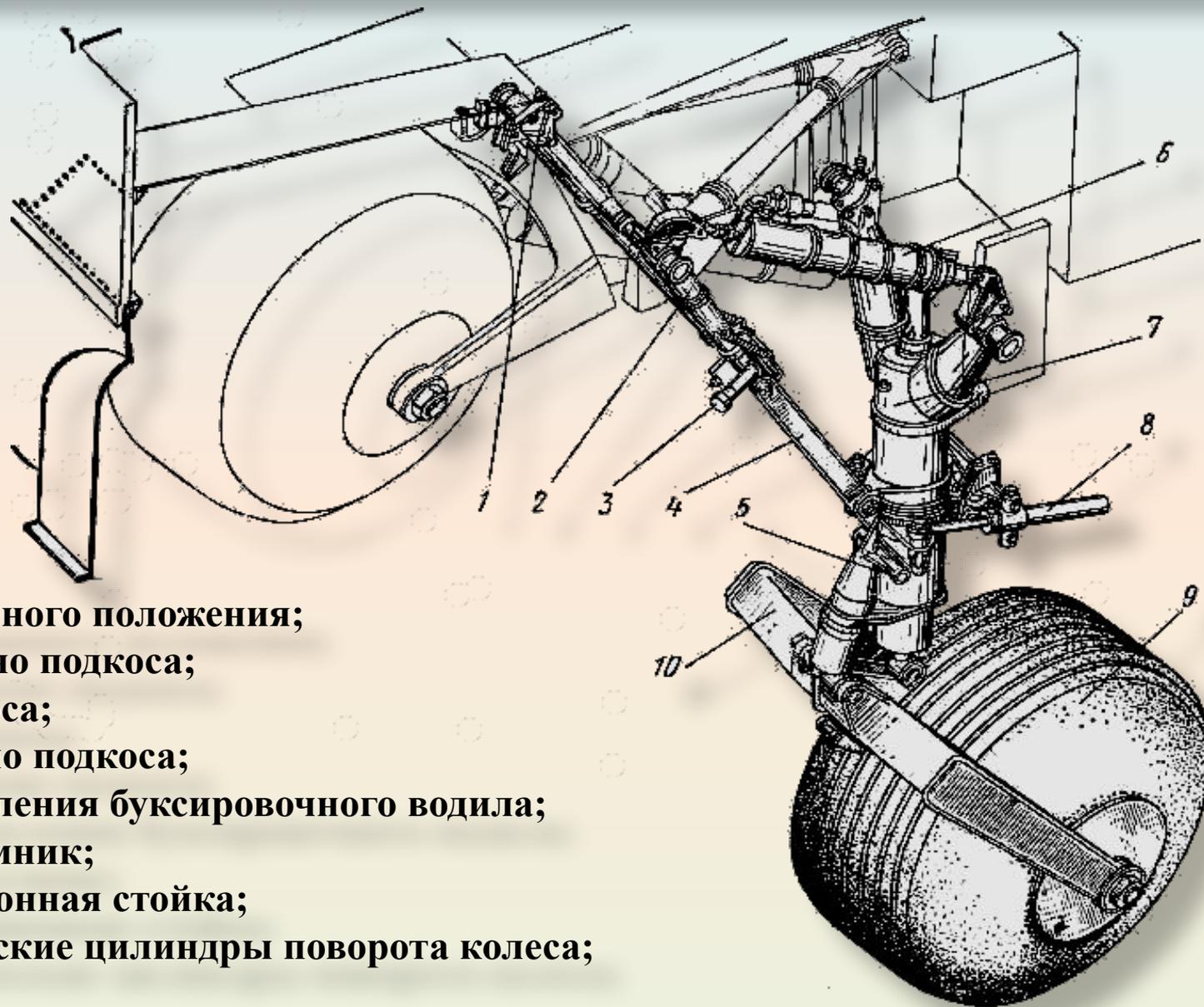
- лучше амортизируют передние удары, что делает их наиболее рациональными для работы с грунта;
- меньше (или совсем отсутствует) изгиб амортизатора, что делает работу амортизатора более плавной и его амортизационные характеристики более стабильными;
- меньше размеры амортизатора при том же перемещении оси колеса по вертикали, что дает возможность получить стойку меньшей высоты.

Совокупность всех элементов, передающих нагрузки от колёс к планеру самолета, называется стойкой шасси.

В зависимости от назначения, характера нагружения и выполняемой работы различают следующие основные элементы стойки:

- силовые элементы, элементы кинематики и управления и амортизирующие устройства;
- отдельные элементы стойки могут выполнять как те, так и другие функции.

## Основные конструктивные элементы передней стойки шасси самолета Як-40



- 1 – замок убранного положения;
- 2 – верхнее звено подкоса;
- 3 – замок подкоса;
- 4 – нижнее звено подкоса;
- 5 – гнездо крепления буксировочного водила;
- 6 – гидроподъемник;
- 7 – амортизационная стойка;
- 8 – гидравлические цилиндры поворота колеса;
- 9 – колесо;
- 10 – вилка

Силовые элементы воспринимают и передают внешние нагрузки на планер самолета. К ним относятся цилиндр амортизационной стойки, подкос со звеньями (с фиксацией замком), вилка колеса и узлы крепления стойки к фюзеляжу.

Элементы кинематики и управления производят подъем и выпуск стойки и поворот колеса.

Уборка и выпуск производятся гидроподъемником.

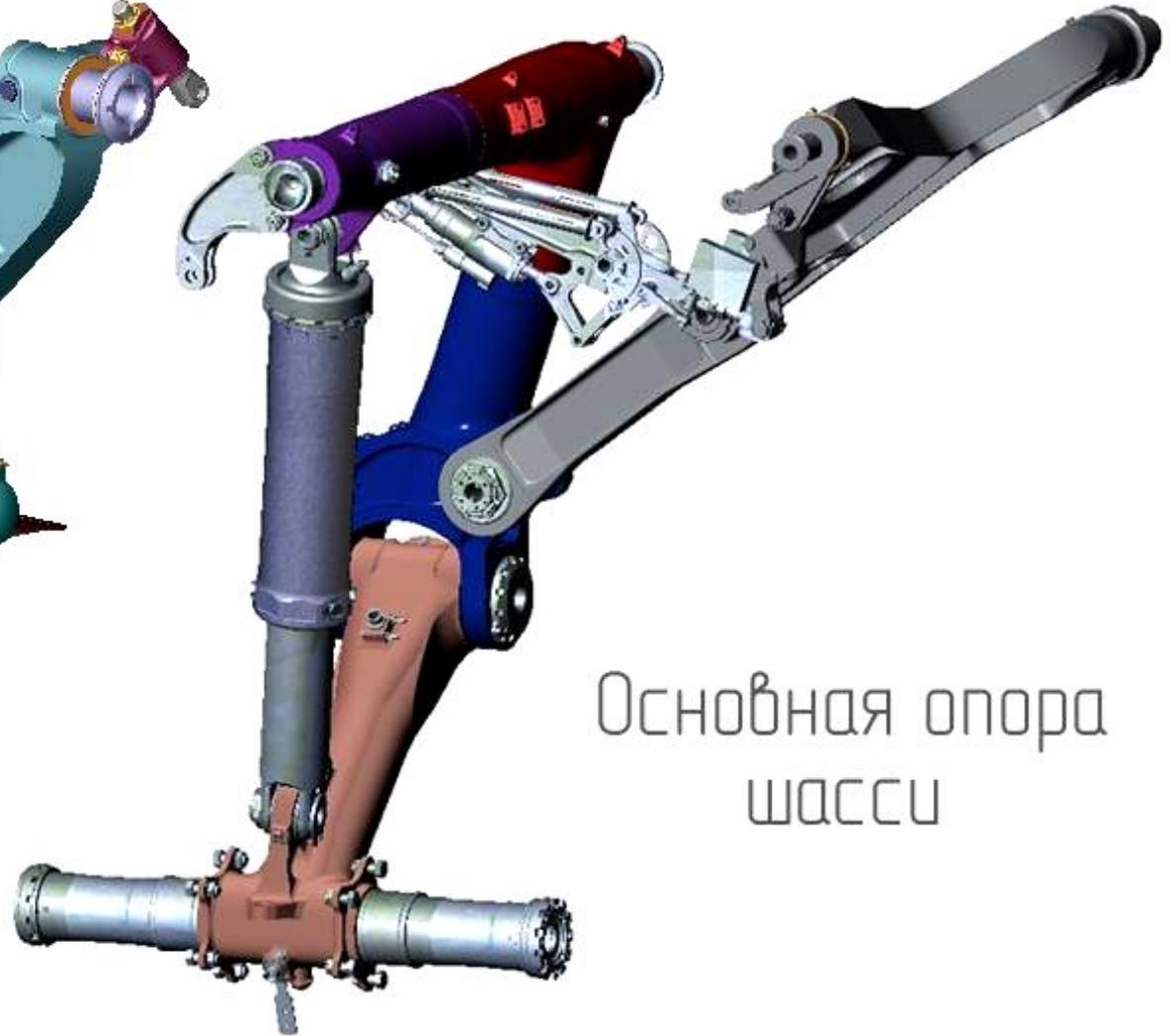
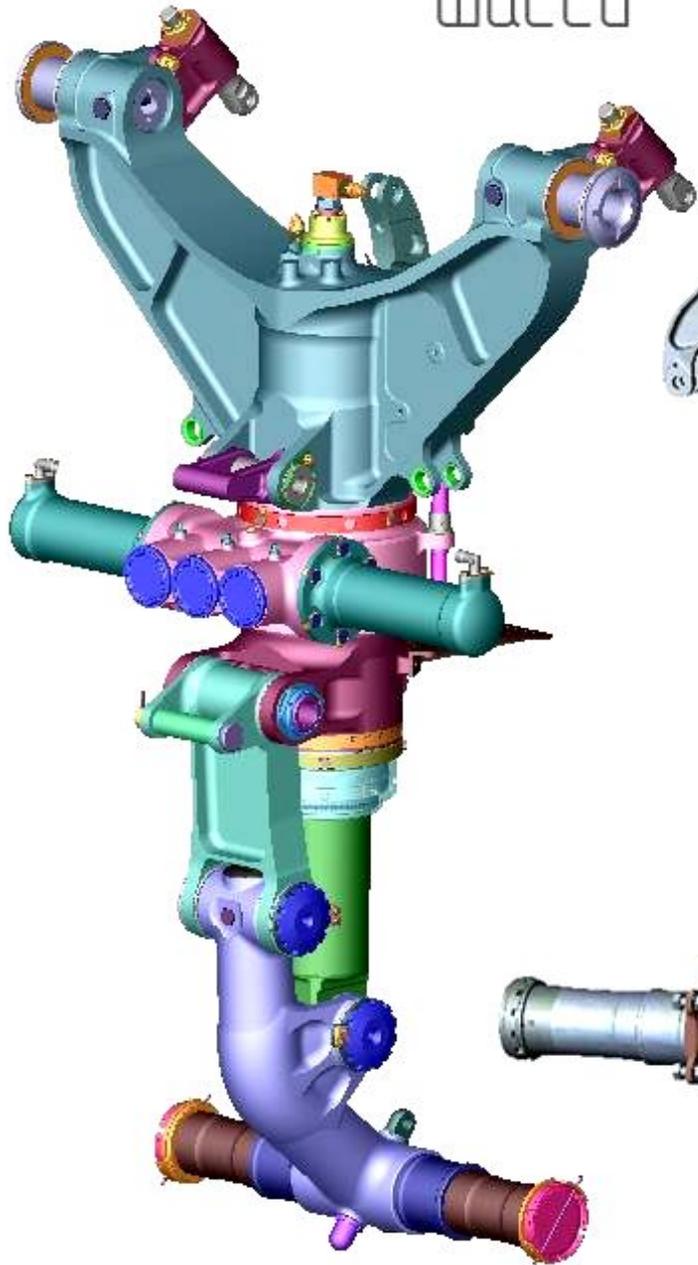
В выпущенном положении стойка удерживается складывающимися подкосами и фиксируется замком.

После уборки стойка фиксируется замком.

Поворот колеса производят гидравлические цилиндры поворота.

Амортизирующие устройства (амортизационная стойка, пневматик колеса, гасители колебаний, совмещенные с цилиндром поворота) поглощают и рассеивают энергию ударов самолета о землю, уменьшают действующие нагрузки и препятствуют возникновению колебаний при посадке и движении самолета.

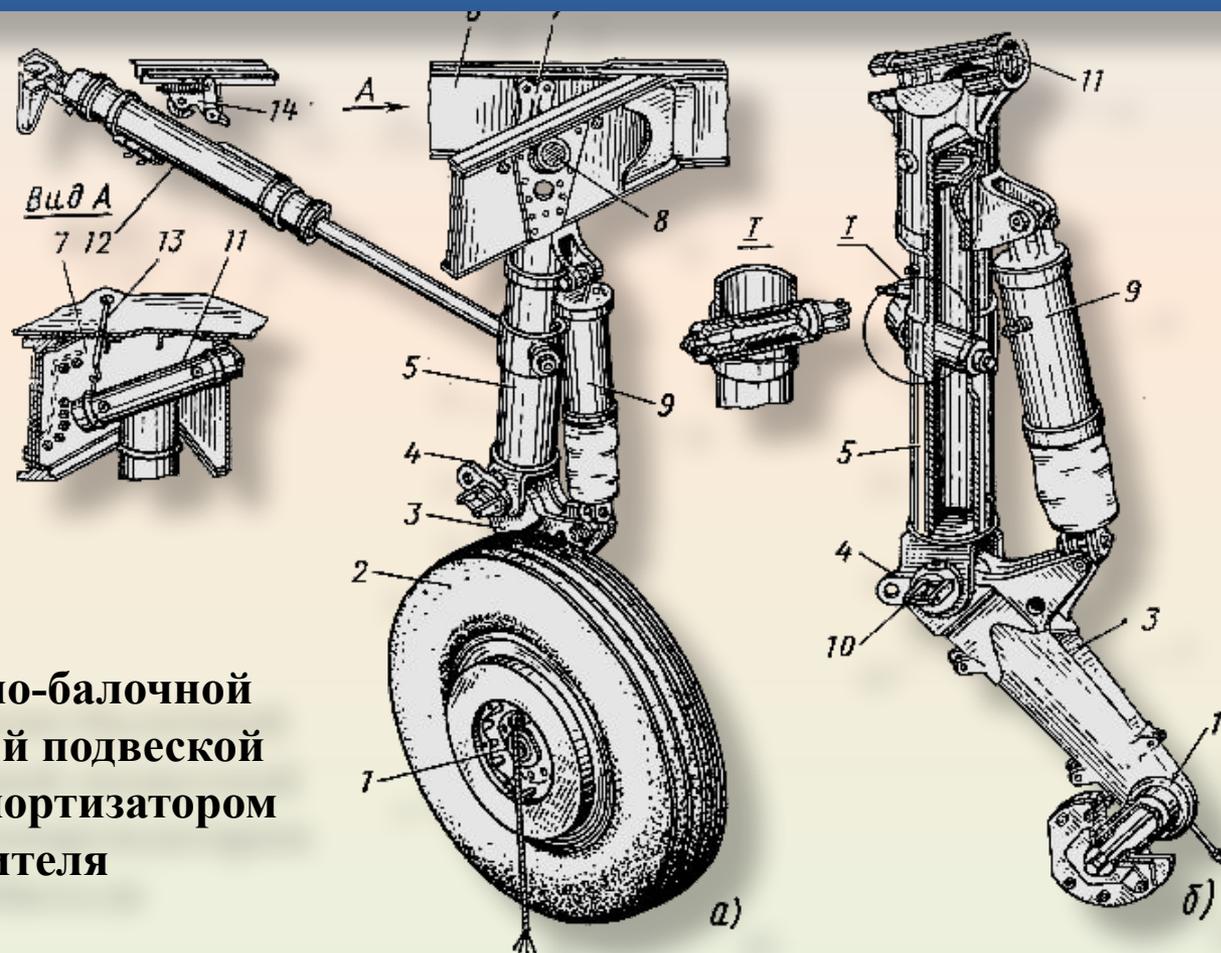
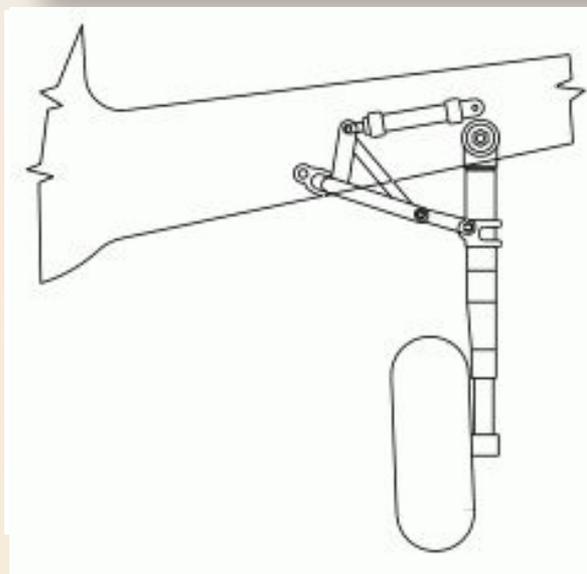
Передняя опора  
шасси



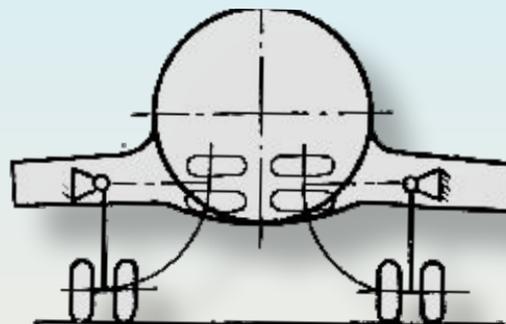
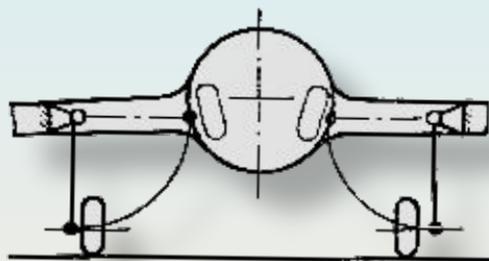
Основная опора  
шасси

Если консольную стойку подкрепить подкосом (обычно устанавливается подкос-подъемник), то образуется балочная подкосная схема (рис. б). В такой схеме верхняя часть стойки разгружается от изгибающего момента, создаваемого силой  $T$ , за счет момента от горизонтальной составляющей реакции подкоса.

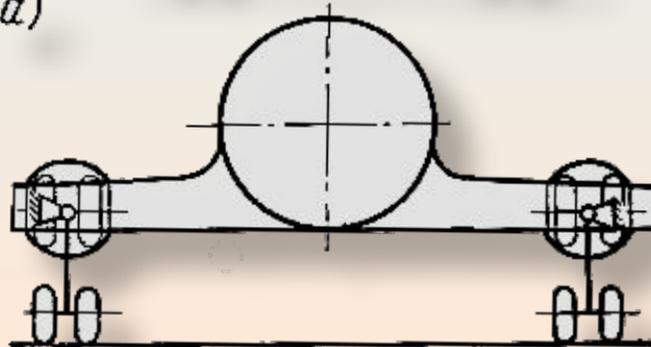
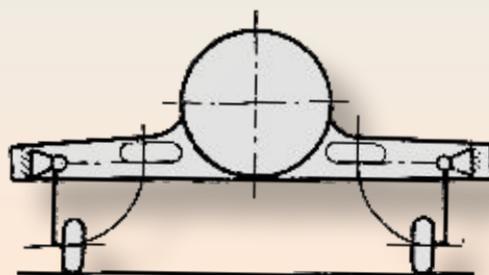
Стойка 5 шарнирно крепится на крыле (вид а) и подпирается подкосом-подъемником 12.



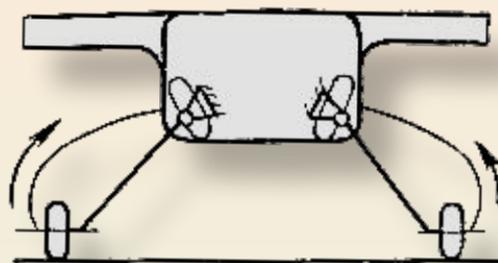
Главная стойка подкосно-балочной конструкции с рычажной подвеской колеса и вынесенным амортизатором самолета-истребителя



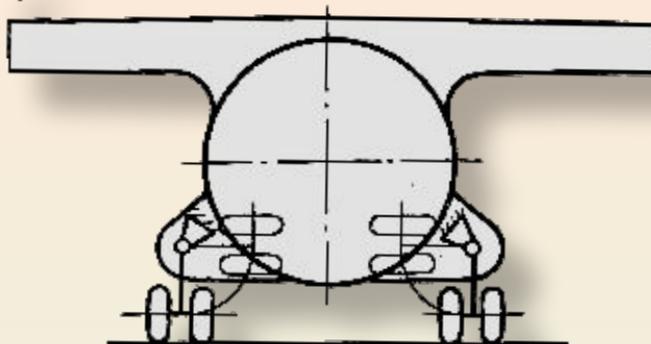
*a)*



*б)*



*в)*



**Основные схемы уборки главных стоек шасси:**

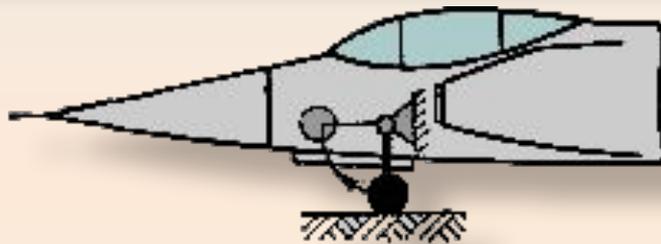
***a* – колеса убираются в фюзеляж, главные стойки крепятся к крылу;**

***б* – шасси убираются в крыло; *в* – шасси убираются в фюзеляж**

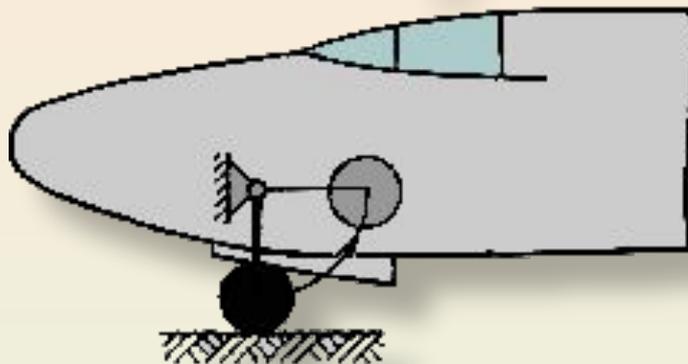
Убранное положение шасси определяется в большей степени общей компоновкой самолета, наличием свободного объема внутри планера, расположением его силовых элементов и др.

Убирают стойки вращением их в основном относительно одной оси и редко относительно двух-трех осей (уборка с разворотом).

Колесные тележки практически всегда, а теперь нередко и колеса при уборе поворачиваются относительно стойки, так чтобы в убранном положении занимать наименьший объем



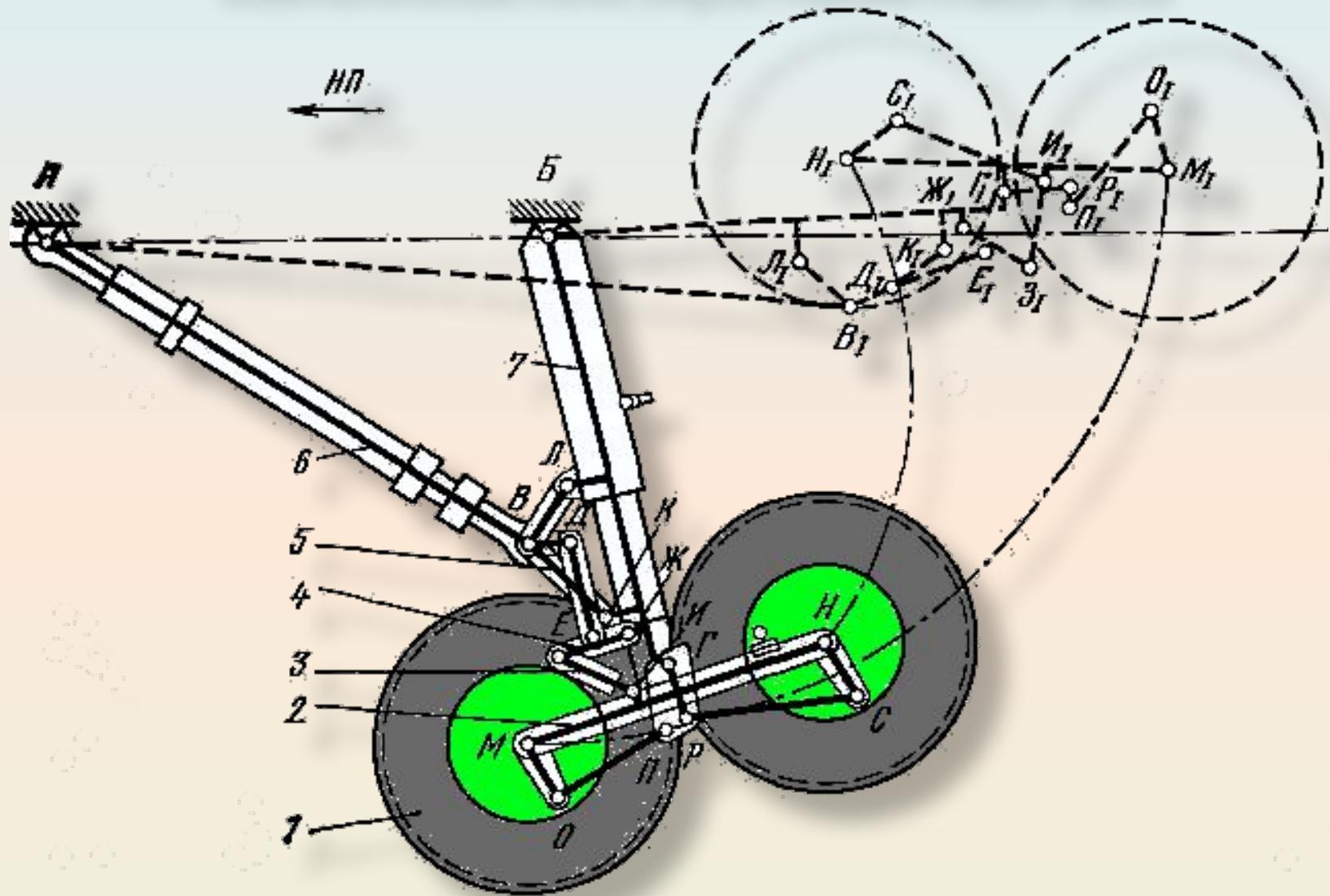
а)



б)

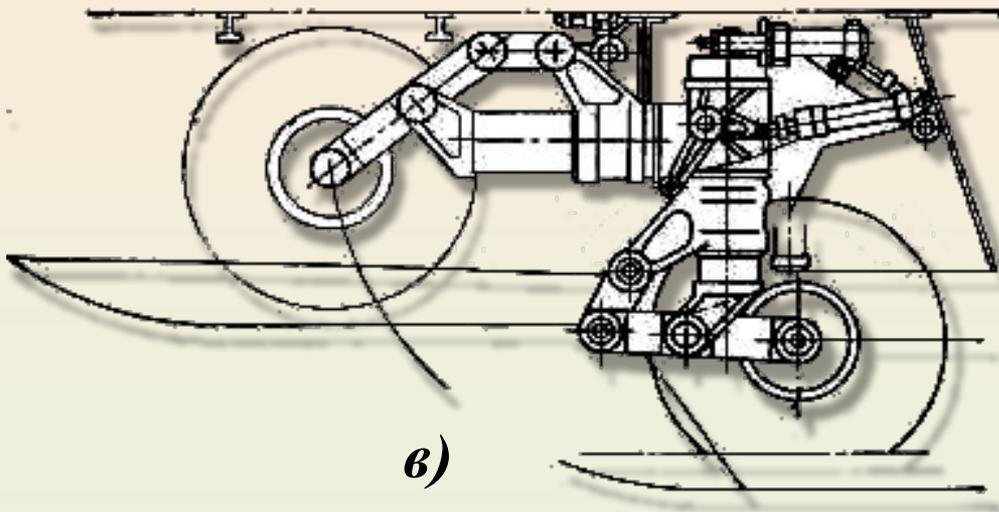
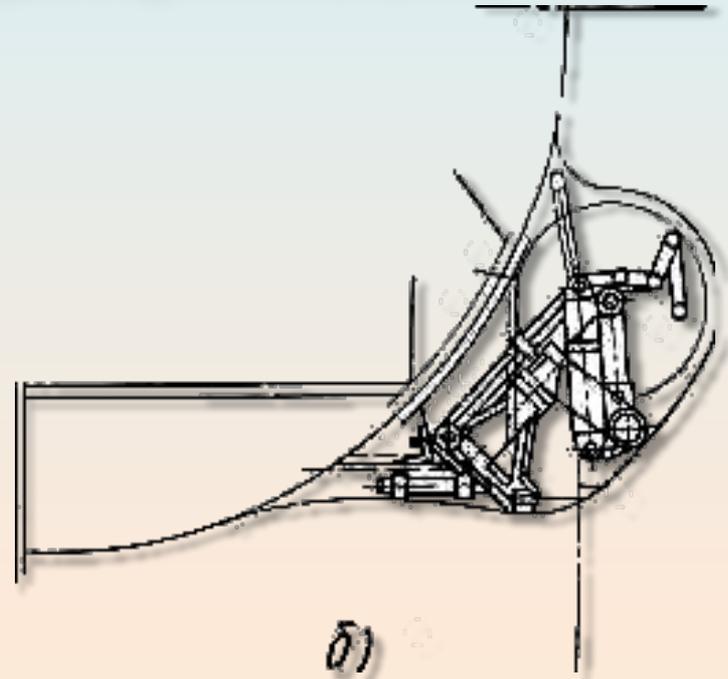
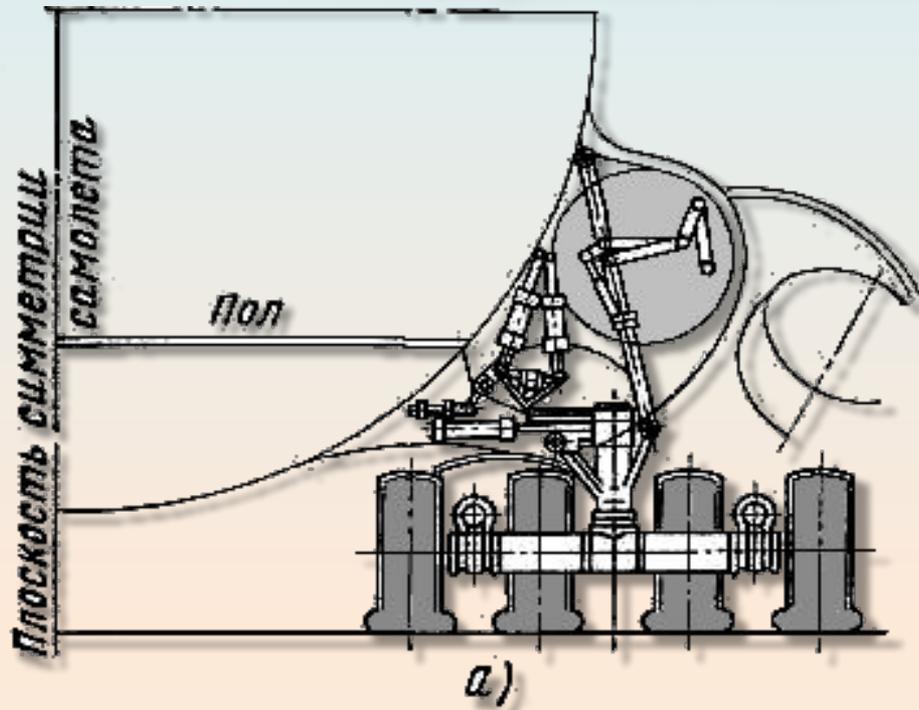
Основные схемы уборки передней стойки шасси: *а* - против полета: *б* - по полету

# Кинематическая схема уборки главной стойки шасси



- 1 – тормозное колесе; 2 – тележка; 3 – упругая тяга (двойная пружина одностороннего действия); 4 – качалка; 5 –стабилизирующий амортизатор ( $P_{зар}=130 \text{ кгс/см}^2$ );  
5 – подкос-цилиндр уборки и выпуска шасси; 7 – амортизационная стойка

# Схема уборки шасси тяжелого транспортного самолета



**а, б – основные стойки**

**в – передняя стойка**

Главные стойки убираются назад с поворотом на  $90^\circ$  в боковые гондолы шасси, а передняя стойка вперед — вверх.

В крайних положениях (убранном и выпущенном) стойки должны жестко фиксироваться для предотвращения складывания при движении самолета по аэродрому или самопроизвольного выпадения стоек при действии перегрузок в полете.

Уборка и выпуск шасси производятся специальными силовыми системами за 10 — 15 с, плавно без больших ударных нагрузок.

Для контроля фиксированных положений стойки в кабине установлены световая электрическая сигнализация и механические указатели на крыле, фюзеляже.

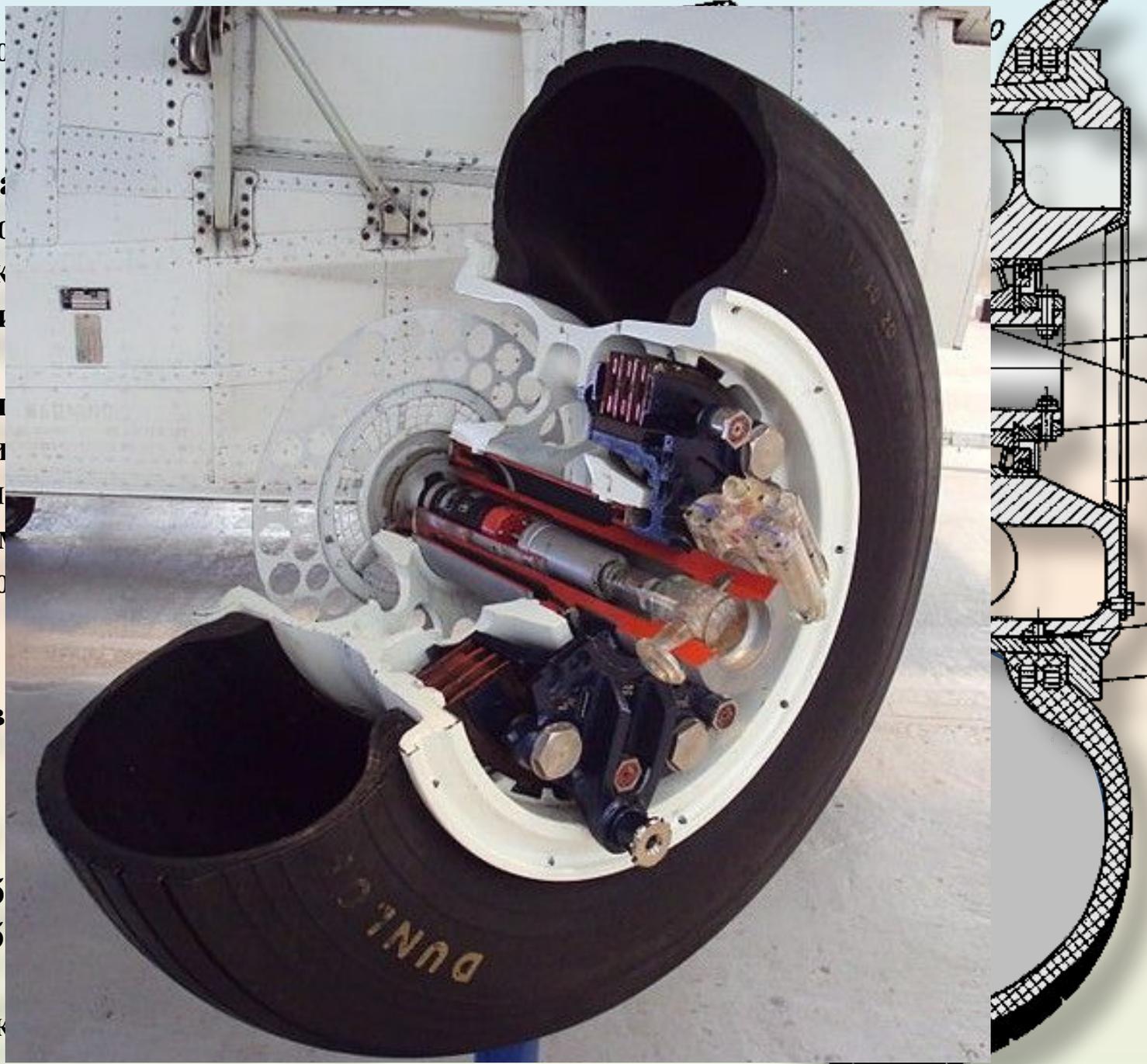
После уборки стоек в вырезы в крыле (гондоле, фюзеляже) под шасси закрываются створками с помощью специальных подъемников и удерживаются замками створок.

## **ВОПРОС 3**

**Конструктивно - силовые схемы шасси.  
Уборка и выпуск шасси**

## Устройство ко

- 1 – барабан;
- 2 – узел расторма
- 3 – фланец тормоз
- 4 – головка штока
- 5 – шестерни при
- торможения;
- 6 – датчик автом
- 7 – тормозной ци
- 8 – авиашина - п
- 9 – металлокерам
- 10 – дисковый то
- 11 – сальник;
- 12 – ось;
- 13 – распорная в
- 14 – гайка;
- 15, 21 – щитки;
- 16 – шпонка;
- 17 – съемная реб
- 18 – крепление б
- 19 – прижимной
- 20 – зажим втулк



Основными частями колеса являются: барабан, авиашина-пневматик и тормозное устройство.

Носовые колеса легких самолетов, а также колеса, устанавливаемые на подкрыльные и задние предохранительные опоры, обычно не имеют тормозов.

У скоростных самолетов передние колеса, как правило, выполняются тормозными.

Барабан колеса изготавливают литым из магниевого, алюминиевого или титанового сплавов, что обеспечивает прочность и жесткость при малой массе.

Барабан нагружается большими радиальными силами и подвергается значительному тепловому нагреву при торможении.

Отвод тепла от тормозов обеспечивается (высокой теплоемкостью материала барабана и наличием ребер для охлаждения на его поверхности).

Колесо на оси вращается на подшипниках.

Для удобства монтажа пневматика реборду делают съемной.

Пневматик состоит из покрышки и камеры, накачиваемой воздухом, или только покрышки в бескамерном колесе.

Покрышка имеет силовой каркас (корд), выполненный из ряда слоев капроновых или нейлоновых нитей.

Защитным слоем ее является протектор из высокопрочной вулканизированной резины

Заряжают пневматик воздухом через штуцер с ниппелем.

В работе колесо сильно нагружается.

Пневматик испытывает деформацию растяжения от действия внутреннего давления воздуха и центробежных сил при качении колеса.

Покрышка испытывает знакопеременный изгиб при качении и сдвиг при торможении

Авиационные колеса по типу применяемых пневматиков (сечению) делятся на полубаллонные с предельным давлением зарядки  $P_0 = 5 \text{ кгс/см}^2$ , арочные —  $P_0 = 7 \text{ кгс/см}^2$ ; высокого давления  $P_0 = 15 \text{ кгс/см}^2$  и сверхвысокого давления  $P_0 \gg 17 \text{ кгс/см}^2$

Габариты колес характеризуются шириной (диаметром)  $d$  пневматика и наружным диаметром  $D$  колеса.

Удельное давление колеса на грунт равно, примерно, внутреннему давлению в нем, поэтому с увеличением внутреннего давления ухудшается проходимость самолета.

Для получения хорошей проходимости давление в пневматиках должно быть не более 3 — 3,5  $\text{кгс/см}^2$  для мягкого и мокрого грунта и 5 — 6  $\text{кгс/см}^2$  для сухого грунта

Авиационные колеса должны обеспечивать хорошую проходимость, маневрирование самолета по аэродрому при использовании тормозами колес и амортизацию ударов при посадке, движении самолета

**Тормоза колес должны обеспечивать плавное и быстрое торможение и растормаживание. Иметь значительные тормозные моменты при малых габаритах и массе и обладать достаточной энергоемкостью для поглощения и рассеяния кинетической энергии самолета при его торможении**

## **Вопросы на самостоятельную подготовку**

- 1. Назначение шасси и особые требования, предъявляемые к ним.**
- 2. Основные схемы шасси. Деление шасси по типу опор.**
- 3. Конструктивно-силовые схемы шасси. Уборка и выпуск шасси.**
- 4. Устройство колеса и его назначение.**