

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
«МАИ»

Факультет №: «1»
Кафедра № : «102»

Методические указания к лабораторной работе

«Конструкция шасси вертолета»

Электронное учебное пособие

для основной образовательной программы

«Конструкция вертолетов»

по направлению (специальности) подготовки

«№ 24.05.07.С6» «Самолето- и вертолетостроение» специализации «Вертолетостроение»

Составители:

Кандидат технических наук,
доцент кафедры 102

Башаров Е.А.

Кандидат военных наук,
доцент кафедры 102

Ресинец А.И.

Утверждено

на заседании кафедры 102

« ____ » _____ 2019 г.

Москва – 2019 г.

Составители: **Башаров Евгений Анатольевич,**
Ресинец Анатолий Иванович

Башаров Е.А., Ресинец А.И. Методические указания к лабораторной работе «Конструкция шасси вертолета» [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Е.А. Башаров, А.И. Ресинец; Миннауки и высшего обр. РФ, Московский авиац. институт МАИ (нац. исслед. ун-т).- Электрон. текстовые и граф. дан. (28 Мбайт). - Москва, 2019.- 1 эл.опт. диск (CD-ROM).

В предлагаемом учебном пособии приведены методические указания к проведению лабораторной работы на тему «Конструкция шасси вертолета» по курсу «Конструкция вертолетов».

Рассмотрены шасси ряда конструкций отечественных серийных вертолетов Московского вертолетного завода им. М.Л. Миля (АО «МВЗ им. М.Л. Миля»), Ухтомского вертолетного завода им. Н.И. Камова (АО «Камов»), Казанского вертолетного завода (АО «КВЗ»). Рассмотрены общие требования и нагрузки с эпюрами нагружения, действующие на элементы конструкции шасси при эксплуатации вертолета. Дан анализ конструктивно-силовым схемам шасси вертолетов, в том числе перспективных конструкций.

Учебное пособие подготовлено на кафедре 102 МАИ «Проектирование вертолетов» и предназначено для студентов по специальности «Самолето- и вертолетостроение», а также будет полезно для специалистов вертолетостроительной отрасли России и инженеров.

© Московский авиационный
институт «МАИ», 2019

1. Цель, содержание и организация проведения лабораторной работы

Целью лабораторной работы является углубление и закрепление знаний по курсу «Конструкция вертолетов» в части «Конструкция шасси вертолета».

На лабораторной работе студенты изучают типы конструкций шасси современных вертолетов и получают представление, как теоретические знания, полученные на лекциях и изложенные в учебниках, реализуются в конкретных агрегатах вертолетов.

Лабораторная работа проводится в учебной лаборатории кафедры «Проектирование вертолетов». Преподаватель в начале занятия путем опроса оценивает подготовку студента к выполнению лабораторной работы, затем знакомит их с конструкцией различных типов шасси вертолетов, имеющихся в лаборатории, выдает задания для самостоятельной работы каждому студенту и оказывает методическую помощь в ходе ее выполнения.

Студент в ходе выполнения лабораторной работы должен:

- а) изучить конструкции различных типов шасси вертолетов представленных в лаборатории;
- б) выполнить в соответствии с заданием эскизы конструкции шасси основных и хвостовых стоек шасси, амортизационных устройств и механизмов уборки/выпуска шасси;
- в) провести анализ заданной конструкции агрегата.

В анализе необходимо указать состав и назначение элементов конструкции шасси вертолета, каким образом и с помощью каких элементов они соединены между собой. Следует также указать нагрузки, действующие на стойку шасси, и объяснить, как они перераспределяются в силовом наборе фюзеляжа вертолета.

После выполнения задания студент предъявляет эскизы конструкции изученного агрегата и записку с результатами анализа конструкции.

2. Назначение, условия работы шасси вертолета. Схемы шасси. Нагрузки, действующие на шасси при эксплуатации вертолета.

Шасси вертолета представляет собой систему опор, необходимых для взлета, посадки, передвижения при рулении (буксировке) и стоянки вертолета на земле, палубе или воде. Шасси вертолета должно обеспечивать:

- управляемость вертолета при разбеге, пробеге, рулении, разворотах при буксировке, маневрирование по ВПП и буксировку.

- восприятие статического нагружения от веса при стоянке вертолета;

- амортизацию динамических нагрузок, возникающих при посадке вертолета (в том числе аварийной на режиме авторотации), рулении и разбеге;

- поглощение поступательной энергии торможения вертолета при маневрировании и торможение при стоянке;

- уборку, выпуск и фиксацию выпущенного или убранного положения в полете.

Основные требования к шасси:

- возможно меньшая масса, габариты и лобовое сопротивление при достаточной прочности, долговечности и технологичности;

- неизменность характеристик систем шасси (амортизационной, тормозной, уборки и выпуска) в разных климатических условиях в течение всего срока эксплуатации ЛА;

- демпфирования колебаний типа "земной резонанс" (самопроизвольно возникающих колебаний вертолета на земле с нарастающей амплитудой) и колебаний передней стойки типа "шимми" при взлете с разбегом;

- выпуск и уборка шасси должны производиться за возможно меньшее время (не более 10-12 секунд);

- иметь хорошие подходы для загрузки грузов, осмотра и ремонта.

Таки образом, реализация перечисленных выше требований к шасси при эксплуатации вертолета в определенных условиях достигается, прежде всего, выбором схемы и значений параметров шасси, выбором КСС опор, подбором характеристик элементов шасси, амортизации и тормозных устройств.

По конструкции шасси вертолетов могут быть очень разнообразными, но все они сводятся к четырем типам: колесному, полозковому, поплавковому и типа лодка (рис. 2.1). Иногда на вертолет устанавливается комбинированное шасси, например, колесное с надувными (при необходимости) баллонами или как на вертолете-амфибии где применяется лодка в сочетании с колесным шасси.

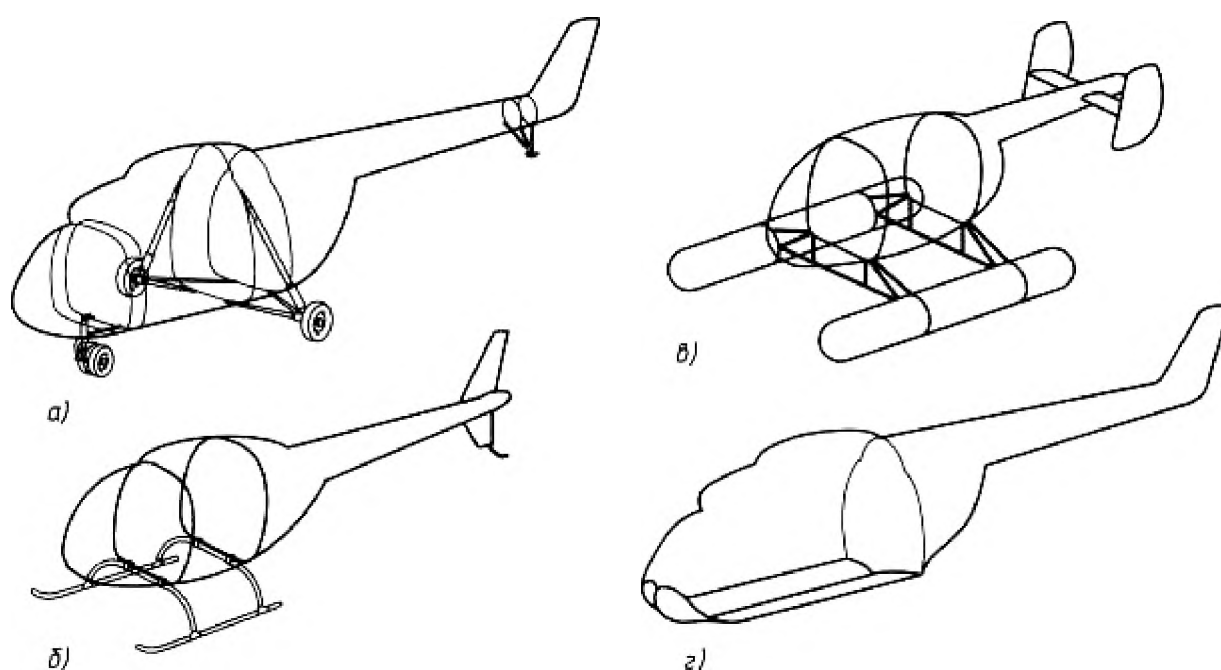


Рис. 2.1 Типы шасси [14]: а- колесное; б- полозковое; в- поплавковое; г-лодка.

На большинстве вертолетов используют колесное и полозковое шасси. Полозковое шасси имеет более простую конструкцию, меньшую массу и аэродинамическое сопротивление. Однако невозможность посадки вертолета с пробегом, взлета с разбегом и руления делают целесообразным применение шасси этого типа только на легких вертолетах.

Колесное шасси применяется для вертолетов всех весовых категорий. Вертолет с колесным шасси на стоянке имеет три (трехколесное шасси) либо четыре точки опоры (четыреколесное шасси). В трехколесном шасси две опорные точки располагаются симметрично относительно продольной оси фюзеляжа вертолета вблизи его центра масс — это главные опоры шасси. Третья опорная точка располагается по оси фюзеляжа вертолета впереди главных опор — носовая опора шасси, или сзади главных опор — хвостовая опора шасси. В четырехколесном шасси, в отличие от трехколесного, устанавливают две носовые опоры. У вертолетов одновинтовой схемы на конце хвостовой балки имеется предохранительная опора с амортизацией в целях предохранения от удара промежуточного редуктора и рулевого винта о землю при посадке вертолета на авторотации.

На большинстве вертолетов применяется шасси с носовым колесом, поскольку такая схема обеспечивает более безопасную и простую посадку вертолета в условиях плохой видимости и обеспечивает вертолету хорошую путевую устойчивость при разбеге и пробеге. Колесное шасси с хвостовым колесом часто используют на боевых вертолетах, поскольку носовое колесо мешает размещению и функционированию оружия, устанавливаемого в носовой части вертолета (рис. 2.2).

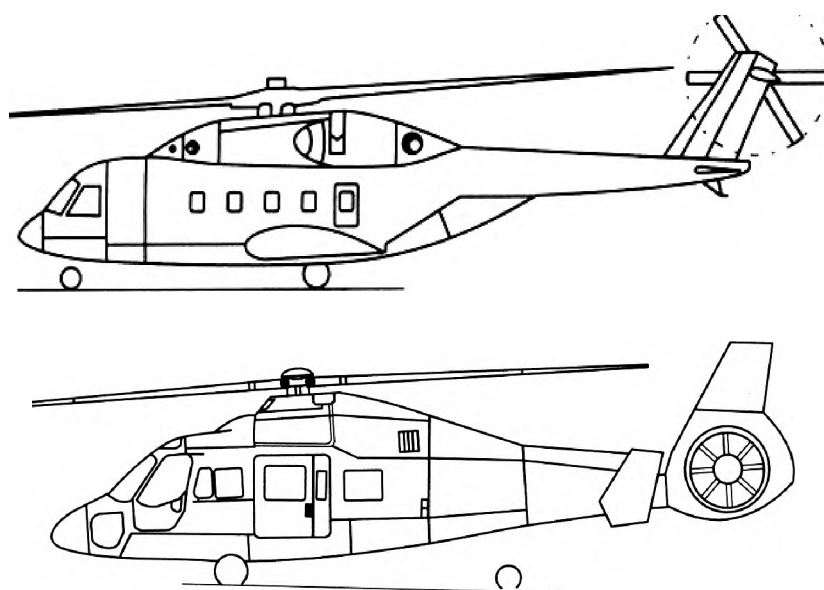


Рис. 2.2 Схемы трехопорного колесного шасси.

Четырехколесное шасси приходится использовать тогда, когда центр масс вертолета расположен достаточно высоко от земли (рис. 2.3).

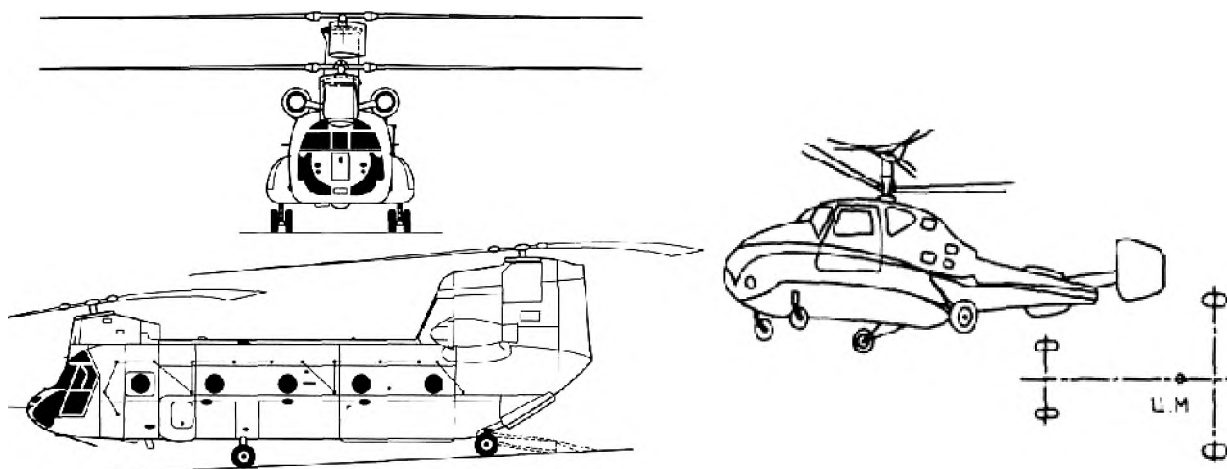


Рис. 2.3 Схемы четырехопорного колесного шасси.

Кроме колесного шасси, на легких и сверхлегких вертолетах применяют полозковое шасси. К недостаткам полозкового шасси следует отнести невозможность посадки вертолета с пробегом и взлета с разбегом, а также маневрирования по земле (рис. 2.4).

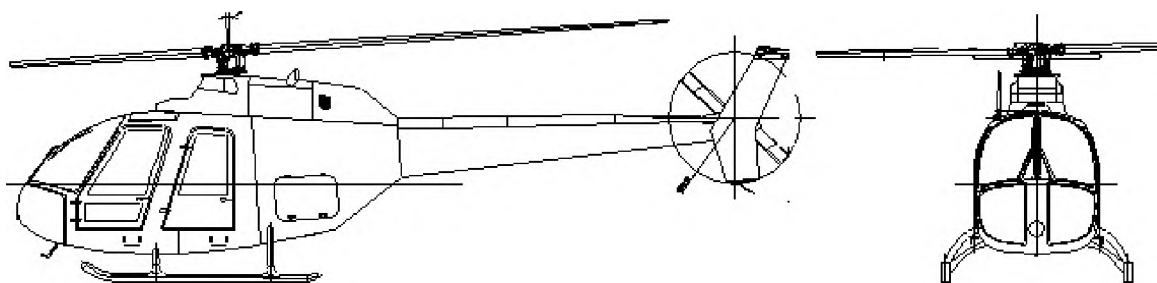


Рис. 2.4 Схема полозкового шасси легкого вертолета.

Амортизация в таком шасси происходит либо за счет изгиба подкосов, выполняющих роль рессор, крепящих полозья к фюзеляжу, либо за счет дополнительных амортизаторов. Однако, одни подкосы обеспечивают низкие демпфирующие свойства. При использовании полозков также необходима хвостовая опора. Для защиты от неровностей посадочных площадок и эрозии нижней поверхности полозьев к ним с помощью хомутов часто крепятся титановые накладки. Перемещение вертолета по земле производится с помощью колес на кривошипном механизме, прикрепляющихся к каждому полозу

в районе центра масс летательного аппарата. Колесо устанавливают так, чтобы при повороте кривошипа оно опускалось ниже полоза. Большой рычаг позволяет одному человеку поднять вертолет на небольшую высоту, а несложный фиксатор закрепляет ось колеса на уровне полоза. Так как колеса закрепляются в районе центра масс, небольшое вертикальное усилие, приложенное к носовой или хвостовой части, позволяет поддерживать вертолет в горизонтальном положении на двух колесах. В таком состоянии вертолет можно передвигать по земле (рис. 2.5).

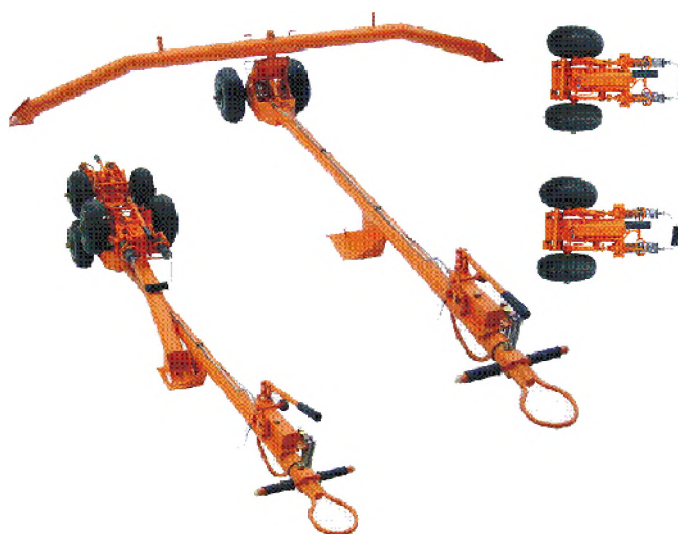


Рис. 2.5 Устройство для буксировки вертолета с полозковым шасси.

Полозковое шасси проще, имеет меньшую массу и меньшее аэродинамическое сопротивление, чем колесное. Поплавковое шасси обеспечивает посадку вертолета на воду (и на землю) и удержание его на плаву. Для посадки вертолета-амфибии на воду нижнюю часть фюзеляжа вертолета выполняют в виде лодки, форму и сечение которой определяют из условия минимального сопротивления при разбеге и отрыве от водной поверхности. Поплавки, установленные по бокам фюзеляжа, обеспечивают поперечную устойчивость. Лодка и полавки состоят из изолированных друг от друга герметичных отсеков, что необходимо для обеспечения плавучести и устойчивости при небольшом повреждении днища лодки или поплавок. Посадка на суше осуществляется на колесное шасси. В полавках обычно устанавливают главные опоры шасси, а на лодке – хвостовую опору или носовую стойку.

Для устранения пикирующего момента и рыскания при посадке на воду и уменьшения гидравлического сопротивления при перемещении по воде опоры шасси убираются и выпускаются при посадке вертолета на сушу (рис. 2.6).

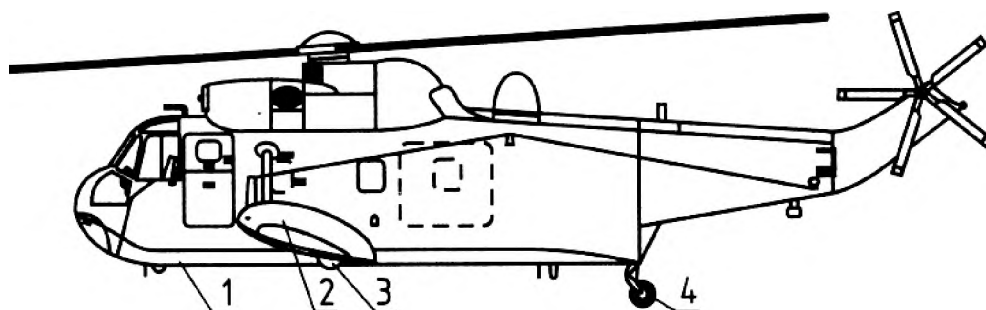


Рис. 2.6. Схема вертолета-амфибии с шасси типа лодка: 1-лодка; 2-обтекатели-поплавки; 3-основное колесное шасси; 4-хвостовая стойка шасси.

Для аварийной посадки вертолета на воду применяют резиновые баллоны, которые заполняются газом в момент касания водной поверхности. Аварийные баллоны обеспечивают надежную плавучесть и устойчивость на поверхности воды. В полете баллоны могут быть уложены как во внутренние отсеки воздушного судна, так и в навесные контейнеры.

В полете неубирающиеся стойки и колеса (поплавки) шасси испытывают значительные силы сопротивления воздуха, особенно при полете на больших скоростях. Сопротивление неубирающегося шасси может составлять до 30 - 40% всей силы лобового сопротивления несущих частей вертолета. Известно, что мощность, затрачиваемая на преодоление сил сопротивления воздуха, возрастает пропорционально скорости полета вертолета в третьей степени. Поэтому с увеличением скорости полета все более настоятельной становится задача уборки шасси в полете. Убирающееся шасси получается тяжелее, чем неубирающееся. Поэтому уборка шасси в полете целесообразна в том случае, если мощность, затрачиваемая на преодоление сил аэродинамического сопротивления неубирающегося шасси, больше мощности, потребной для перевозки дополнительной массы системы уборки шасси. Такие условия создаются обычно при скоростях полета более 250 км/ч. По-

этому на современных скоростных вертолетах применяются убирающиеся в полете шасси. Обычно колеса и стойки шасси убираются в специальные ниши фюзеляжа. Это обеспечивает существенное снижение лобового сопротивления вертолета, что облегчает получение заданных максимальных скоростей полета (рис. 2.7).

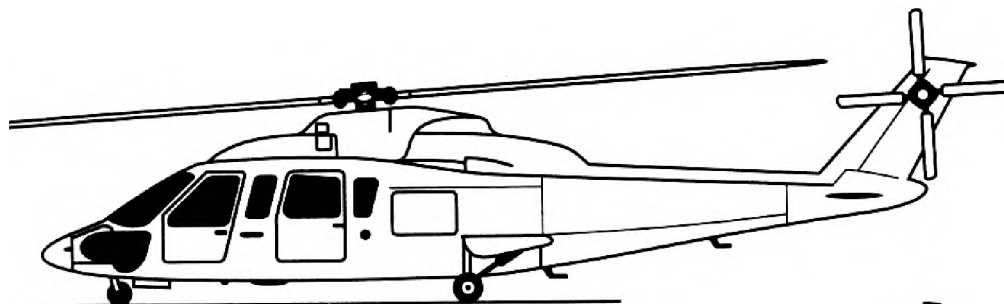


Рис. 2.7 Схема убирающегося колесного шасси.

Наряду с общими требованиями, такими, как достаточная прочность, жесткость, малая масса, простота производства и ремонта, удобство и надежность в эксплуатации и другие, к шасси предъявляют следующие специфические требования:

- обеспечивать устойчивое и управляемое движение вертолета по аэродрому при разбеге, пробеге и рулении;
- иметь заданную проходимость вертолета по грунту;
- амортизаторы шасси должны воспринимать и рассеивать энергию ударов вертолета в момент приземления и при передвижении по неровностям, а также иметь приемлемые характеристики демпфирования колебаний типа “земной резонанс”;
- при обжати амортизаторов перемещение колес относительно продольной оси вертолета должно быть минимально во избежание срыва пневматикой колес;
- иметь минимальное лобовое сопротивление;
- высота шасси должна обеспечивать при полном обжати амортизаторов и пневматиков расстояние от самой нижней точки фюзеляжа до грунта (клиренс) не менее 200 мм;

- иметь приемлемые габаритные размеры;
- обеспечивать выполнение разворотов на земле с минимальным радиусом;
- тормозные устройства колес должны поглощать и рассеивать значительную долю кинетической энергии поступательного движения вертолета;
- тормоза шасси должны удерживать вертолет с максимальной взлетной массой на месте при раскрутке и остановке НВ на уклоне 1:10.

В процессе эксплуатации вертолѐта на шасси действуют различные по величине и направлению внешние нагрузки в виде реакции грунта, возникающие при посадке и движении вертолета по аэродрому.

Рассмотрим ряд характерных случаев нагружения шасси с носовым колесом для вертолѐта одновинтовой схемы.

В соответствии с требованиями «Норм прочности» расчетными являются следующие случаи нагружения шасси (рис. 2.8):

- I_{II}* - вертикальная посадка на переднюю и основные опоры шасси с их одновременным ударом;
- II_{II}* - посадка с поступательной скоростью с не раскрученными колесами в двух вариантах нагружения (первый удар приходится только на основные опоры шасси и первый удар воспринимает только передняя опора шасси);
- III_{II}* - посадка со сносом (при наличии составляющей скорости вертолета по его поперечной оси);
- IV_{II}* - односторонняя посадка (с ударом только левыми и только правыми опорами) — посадка с креном или на наклонную площадку;
- V_{II}* - несимметричная посадка с ударом одной из передних и одной из основных опор по диагонали ;
- VI_{II}* - торможение колеса (посадка вертолета с торможением колес);
- VII_{II}* - аварийная посадка. Требования этого случая нагружения относятся ко всем элементам конструкции, разрушение которых при аварийной посадке угрожает безопасности пассажиров и экипажа.

При посадке по-вертолетному сила реакции грунта действует в вертикальной плоскости. Наибольшая вертикальная нагрузка на колесо действует в случае посадки вертолета при отказе одного (двух) двигателей с максимальной вертикальной скоростью V_y° . На каждую опору в этом случае действует нагрузка, направленная перпендикулярно к поверхности грунта.

Нагрузки, действующие в других направлениях, при этом не учитываются. Такое нагружение вертолета соответствует случаю *In* «Норм прочности» [1]. Величина эксплуатационной нагрузки P°_{yI} , действующей на колесо, равна

$$P^{\circ}_{yI} = P_k^{cm} n_y,$$

где: n_y - перегрузка задается «Нормами прочности» и составляет ($n_y = 2 \div 2,5$),

P_k^{cm} - стояночная нагрузка на колесо шасси.

Величина эксплуатационной нагрузки стойки $P^{\circ}_{y cm} = \sum n_y P_k^{cm}$,

где z_k - число колес на стойке.

При посадке с поступательной скоростью (случай *II_{II}*) кроме вертикальной нагрузки P°_{yII} вследствие того, что колеса не раскручены, от трения о поверхность земли возникает горизонтальная нагрузка P°_{xII} .

Приближенно можно считать, что $P^{\circ}_{xII} = (0,5-0,7) P^{\circ}_{yII}$

При посадке вертолета со сносом (случай *III_{II}*) вследствие трения колес о землю на шасси действуют вертикальная нагрузка P°_{yIII} и боковая нагрузка P°_{zIII} . Величина боковой нагрузки равна $P^{\circ}_{zIII} = 0,5 P^{\circ}_{yIII}$

Рассмотренные эксплуатационные нагрузки шасси при эксплуатации вертолетов встречаются достаточно редко, обычно при грубых ошибках летчика. При нормальной эксплуатации на шасси действуют нагрузки, существенно меньшие рассмотренных выше эксплуатационных значений. Величины нагрузок на шасси зависят в основном от неровностей аэродромов, характеристик амортизации шасси и условий посадки вертолёта.

Устойчивость и управляемость вертолета при движении по аэродрому в основном зависят от выбранной схемы шасси и её параметров. Под схемой шасси понимаются число опор и особенности их расположения относительно центра масс вертолета.

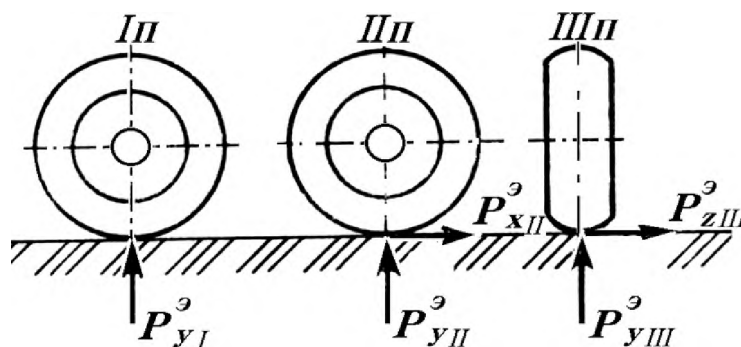


Рис. 2.8 Случаи нагружения шасси вертолётa.

Нагружение шасси вертолета при посадке рассчитывается с основных расчетных режимов посадки: с режима висения, с планирования при одном неработающем двигателе и на авторотации. При посадке вертолета шасси поглощает кинетическую энергию, которой вертолет обладает из-за наличия горизонтальной V_x и вертикальной V_y скоростей. Кинетическая энергия, определяемая горизонтальной скоростью $V_{нос}$, поглощается в основном тормозами колес шасси (см. рис. 2.9).

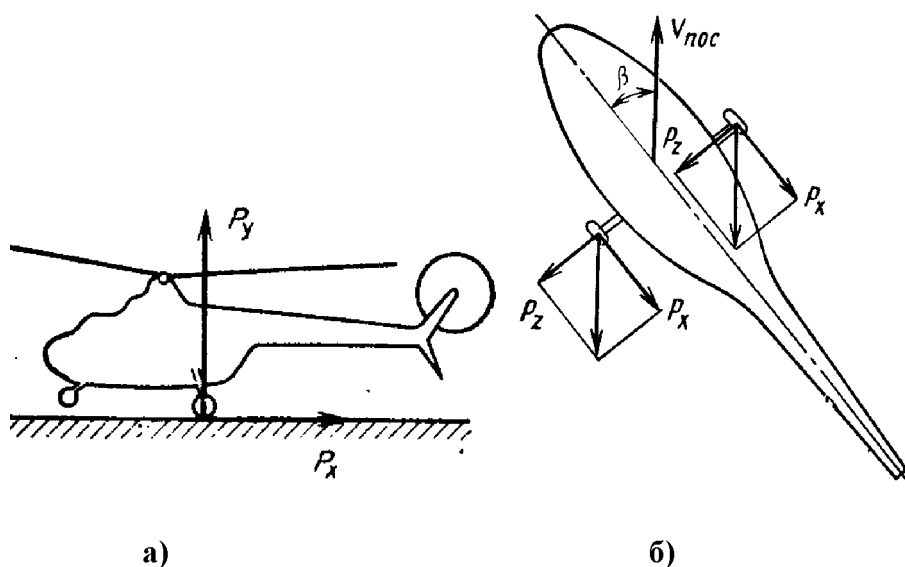


Рис. 2.9 Основные случаи нагружения колесного шасси вертолета [2]:

а- посадка с поступательной скоростью; б- посадка с поступательной скоростью со сносом.

Кинетическая энергия удара, обусловленная наличием вертикальной скорости, поглощается пневматиками колес и амортизаторами. Обычно при расчете колесного шасси вертолета рассматривают 2 основных случая нагружения шасси (рис. 2.9):

- посадка с поступательной скоростью с ударом основными опорами;
- посадка с поступательной скоростью со сносом.

Причем со стороны земли на элементы шасси приходят сосредоточенные силы в виде реакций опор P_x , P_y и P_z . Перегрузка, возникающая при посадке вертолета [1]:

$$\text{эксплуатационная} - n^{\text{э}} = \frac{P^{\text{э}}}{P_{\text{ст}}}, \text{ предельная} - n^{\text{пред}} = \frac{P^{\text{пред}}}{P_{\text{ст}}}$$

где: $P_{\text{ст}}$ — стояночная нагрузка на шасси от веса вертолета.

Для восприятия нагрузок, действующих на вертолет при посадке и передвижении по земле (например, энергии удара при приземлении), шасси кроме колес снабжается амортизаторами. Амортизаторы поглощают кинетическую энергию движущегося вертолета, превращая ее в работу сил обжатия амортизационных стоек. Амортизация должна иметь максимальное усилие в конце хода, поглощать колебания от повторных ударов, не допускать резкой отдачи на обратном ходе, не допускать отрыва колеса от земли. Каждый амортизатор имеет демпфирующий и упругий элемент. Упругий элемент накапливает часть энергии для восстановления начального положения амортизатора. Демпфирующий – поглощает кинетическую энергию удара и превращает в тепло. Упругие элементы – колеса, резина, пружины, газ. Демпфирующие элементы – дроссельные устройства и силы трения. Пневматики колес при их обжатии также (хотя и незначительно) тоже поглощают энергию удара. Пневматики колес вертолета выбираются по значению стояночной нагрузки $P_{\text{ст}}$, используя каталог самолетных колес. При этом учитываются более мягкие условия посадки вертолета (значительно меньшие посадочные скорости). Расчетная стояночная нагрузка на колесо берется на 30% больше, указанной в каталоге.

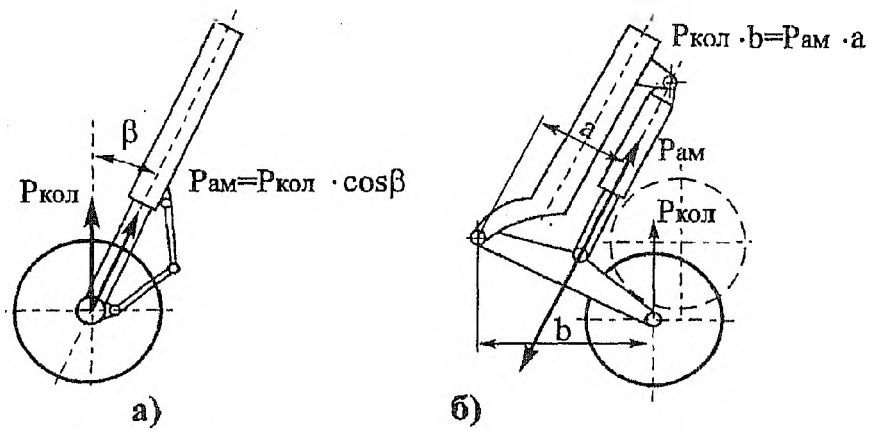


Рис. 2.10 Схема передачи усилия от оси колеса на шток амортизатора [4]:
 а- телескопическая (балочная) стойка, б- рычажная стойка: P_k - нагрузка на пнев-
 матик, P_k - нагрузка на амортизатор.

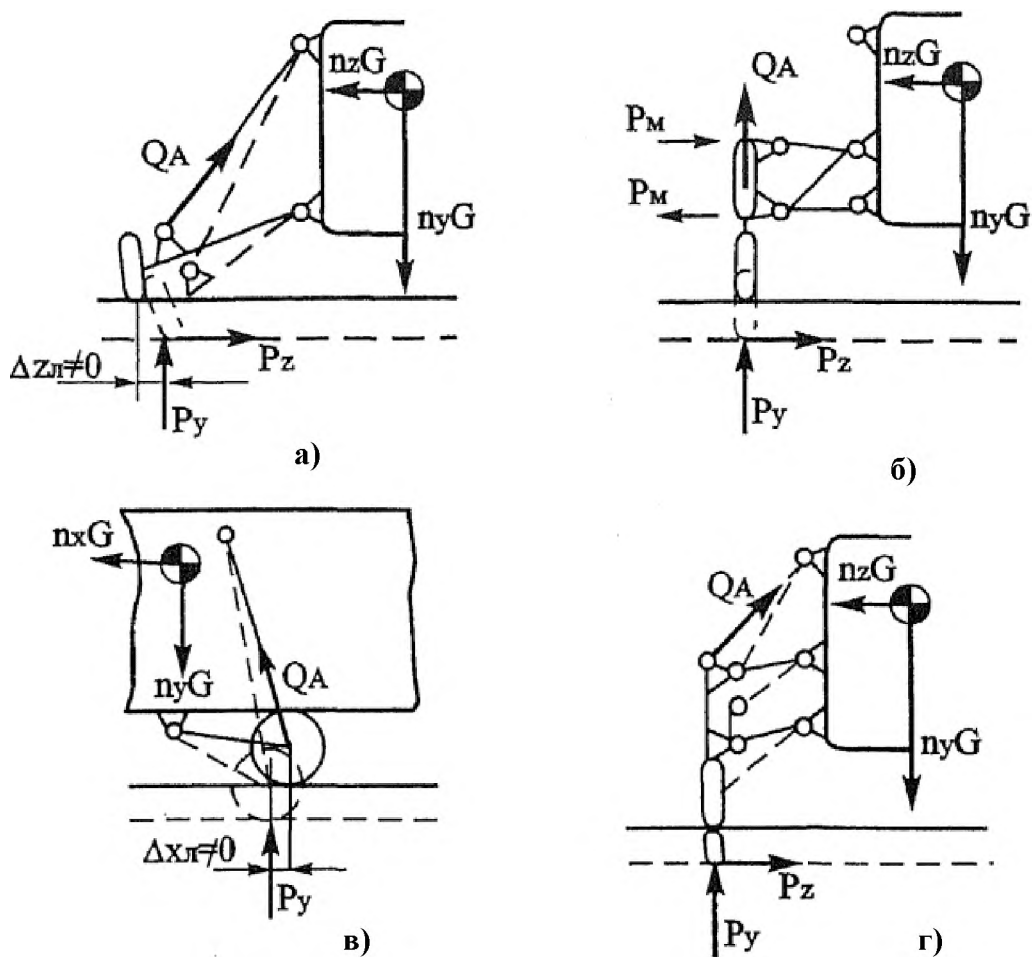


Рис. 2.11 Зависимость колеи от кинематической схемы стойки шасси в условиях
 его нагружения при контакте с землей [4]:
 а- пирамидальная; б- консольная; в- рычажная; г- пирамидально - параллелограмная.
 $n_y G, n_z G$ - вертикальная и поперечная составляющие силы инерции вертолета, P_y, P_z - на-
 грузки на колесо, Q_A - нагрузка на амортизатор, P_M - поперечная нагрузка на элементы
 амортизатора, $\Delta X_n, \Delta Z_n$ - продольное и боковое перемещение колеса.

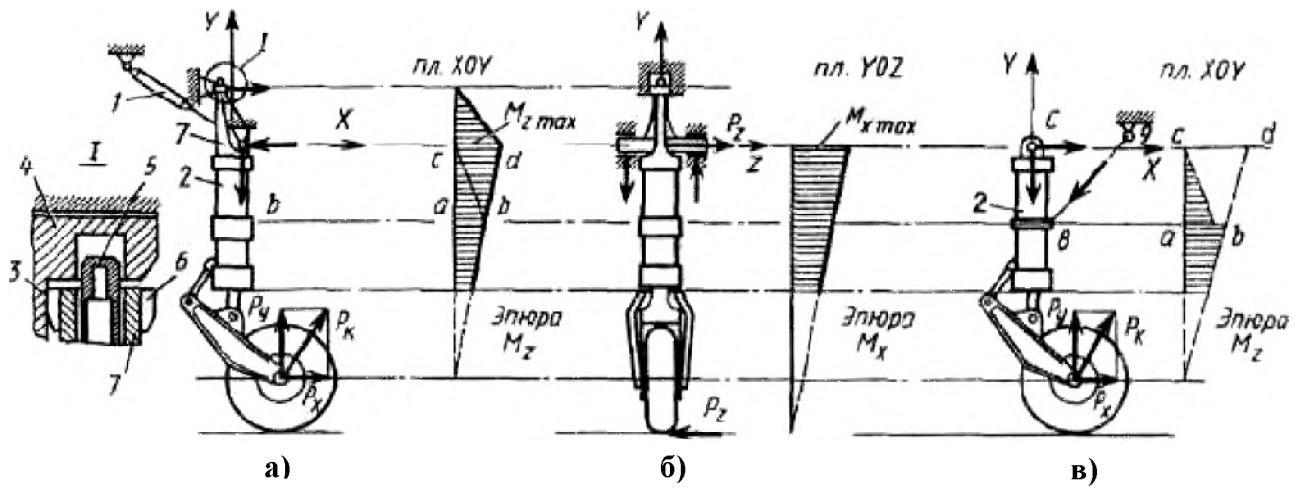


Рис. 2.12 Нагружение различных типов балочно-рычажной стойки шасси [7]:
 а- с консольным креплением; б- с креплением через траверсу; в- с подкосами.
 1- гидроцилиндр уборки; 2- амортизатор; 3- упор; 4- гнездо замка; 5- штырь; 6- буртик; 7- гайка.

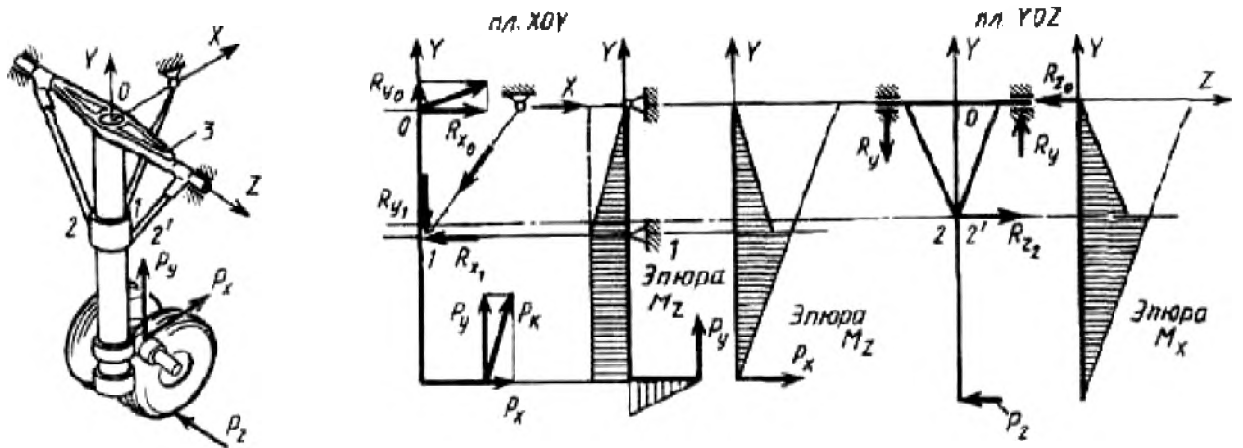


Рис. 2.13 Нагружение различных типов ферменно-балочной стойки шасси [7]

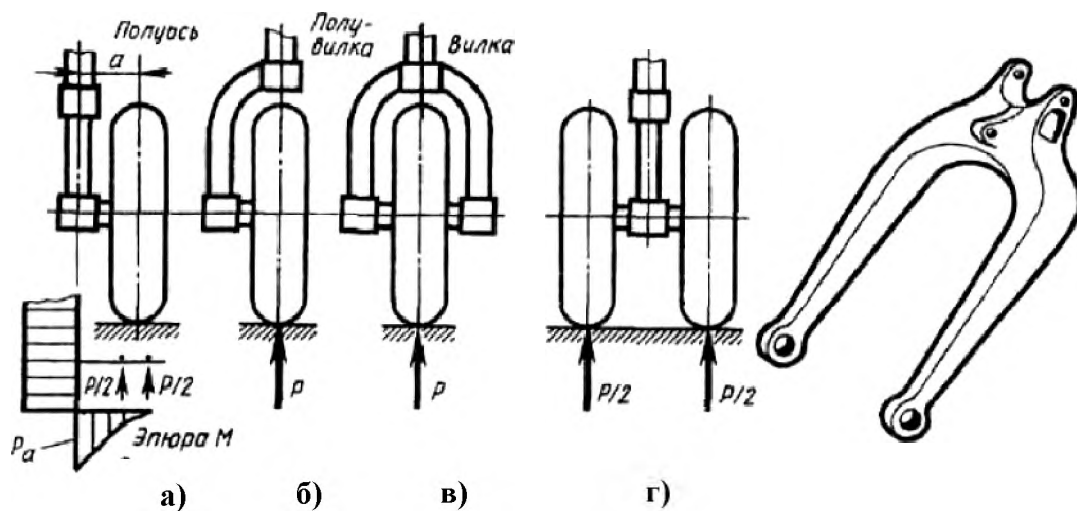


Рис. 2.14 Нагружение различных вариантов крепления колес к штоку стойки шасси [7]:
 а- консольная полуось; б- полувилка с консольной полуосью; в- вилка с осью на двух опорах; г- двухколесная консольная полуось.

Помимо поглощения и рассеяния кинетической энергии вертолета при посадке шасси вертолета участвует в демпфировании "земного резонанса". Источником этих колебаний является неуравновешенная центробежная сила несущего винта. Она может возникнуть, когда втулка несущего винта имеет вертикальные шарниры, позволяющие лопастям совершать угловые перемещения в плоскости вращения. В результате какого-либо импульса (резкого порыва ветра, грубой посадки, удара колеса о препятствие и т.п.) в этой плоскости появляются такие колебания лопастей, при которых центр их масс смещается от оси вращения и движется по кривой, близкой к окружности, в направлении, противоположном направлению вращения винта, совершая один полный оборот за один цикл колебаний лопастей относительно вертикальных шарниров, т.е. с частотой Ω собственных колебаний лопастей относительно вертикальных шарниров. При этом неуравновешенная центробежная сила имеет частоту $p = \omega - \Omega$. При совпадении этой частоты с частотой собственных колебаний вертолета на упругом шасси амплитуда колебаний вертолета на шасси резко возрастает. Рост этих колебаний может привести к опрокидыванию вертолета и завершиться его разрушением (рис. 2.15).

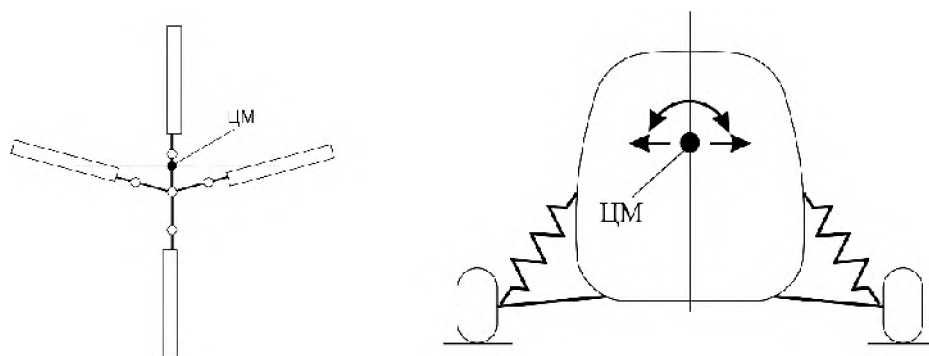


Рис. 2.15 Картина возникновения колебаний фюзеляжа типа "земной резонанс" [6].

Для исключения возникновения "земного резонанса" необходимо обеспечить достаточное демпфирование колебаний как вертолета на шасси, так и лопастей НВ относительно вертикального шарнира. Возможности демпфирования лопастей НВ ограничены, поскольку демпфер лопасти работает при поступательном полете вертолета и нагружает комлевую часть лопасти переменным изгибающим моментом. Чрезмерное демпфирование лопастей при

сохранении условий прочности потребует дополнительной массы лопастей и втулки НВ. Поэтому исключение «земного резонанса» на вертолете в основном обеспечивается подбором демпфирующих свойств амортизаторов шасси.

Недостатком схем колесных шасси с передней опорой является также возможность возникновения поперечно-крутильных автоколебаний с возрастающей амплитудой свободно ориентирующейся носовой опоры, которые носят название «шимми» при взлете с разбегом. На вертолете, имеющем малые по сравнению с самолетом скорости пробега после посадки, для устранения этого явления достаточно установки на передней стойке двух колес с выносом их оси вращения назад по отношению к оси амортизатора (рис. 2.16).

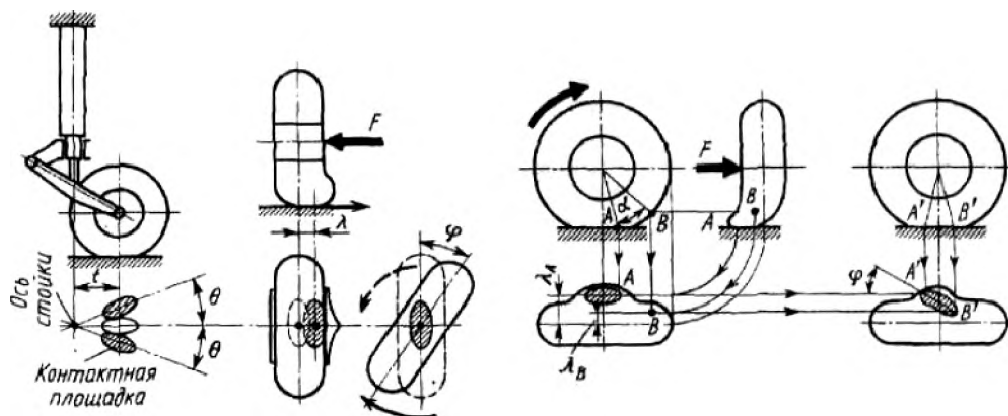


Рис. 2.16 Картина возникновения колебаний передней стойки типа "шимми" [7].

Конструкция большинства используемых на вертолете **ползковых шасси** состоит из двух рессор и ползков, жестко закрепленных на концах рессор. Ползки обычно изготовлены из металлических труб круглого поперечного сечения.

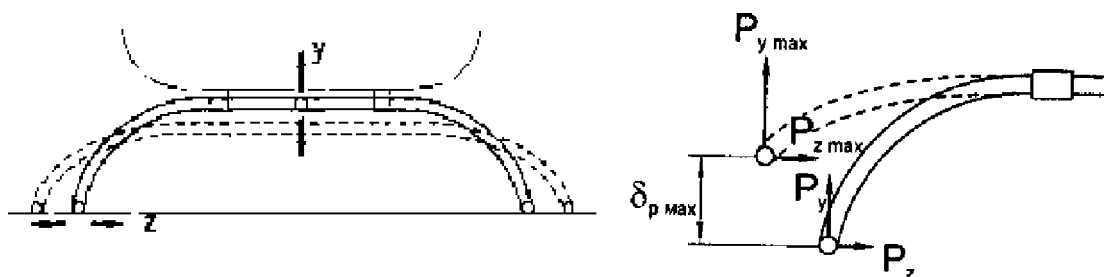


Рис. 2.17 Схема деформации рессоры ползкового шасси при посадке [4]: δ_p - прогиб конца рессоры; P_y, P_z - нагрузки на рессоре при посадке вертолета.

В отличие от колесного шасси, имеющего пневмогидравлические амортизаторы, кинетическая энергия посадочного удара вертолета с ползковым шасси поглощается рессорами в процессе их упругих деформаций, а рассеяние накопленной в рессоре энергии происходит за счет сил трения ползков о поверхность посадочной площадки при их поперечном перемещении (рис. 2.17).

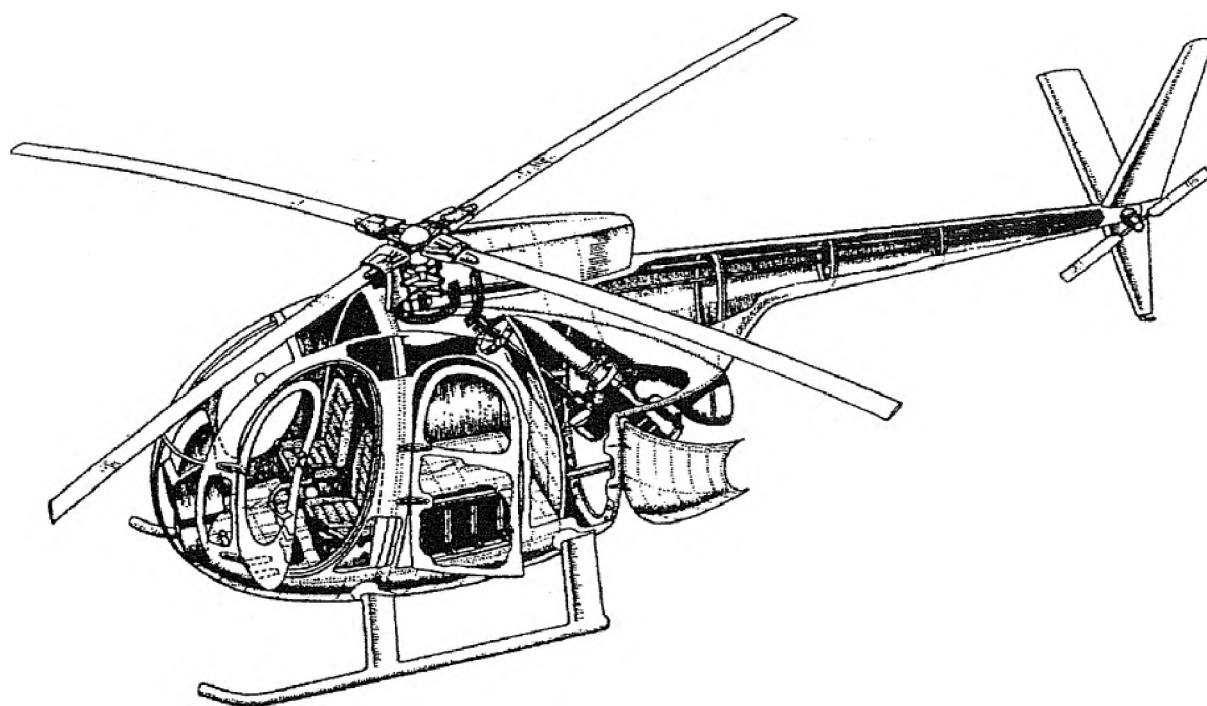


Рис. 2.18 Конструкция ползкового шасси вертолета MD-500.

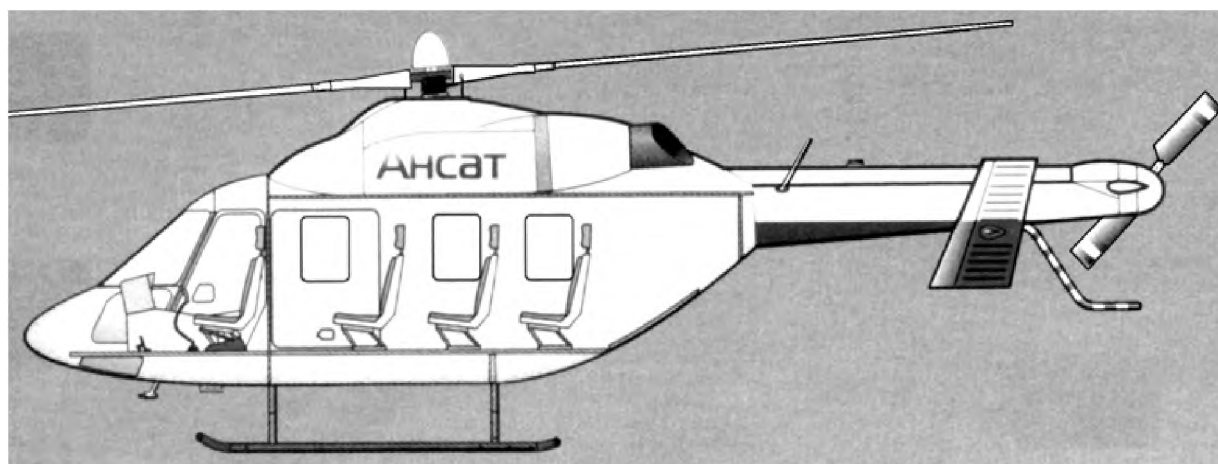


Рис. 2.19 Конструкция ползкового шасси вертолета "АНСАТ".

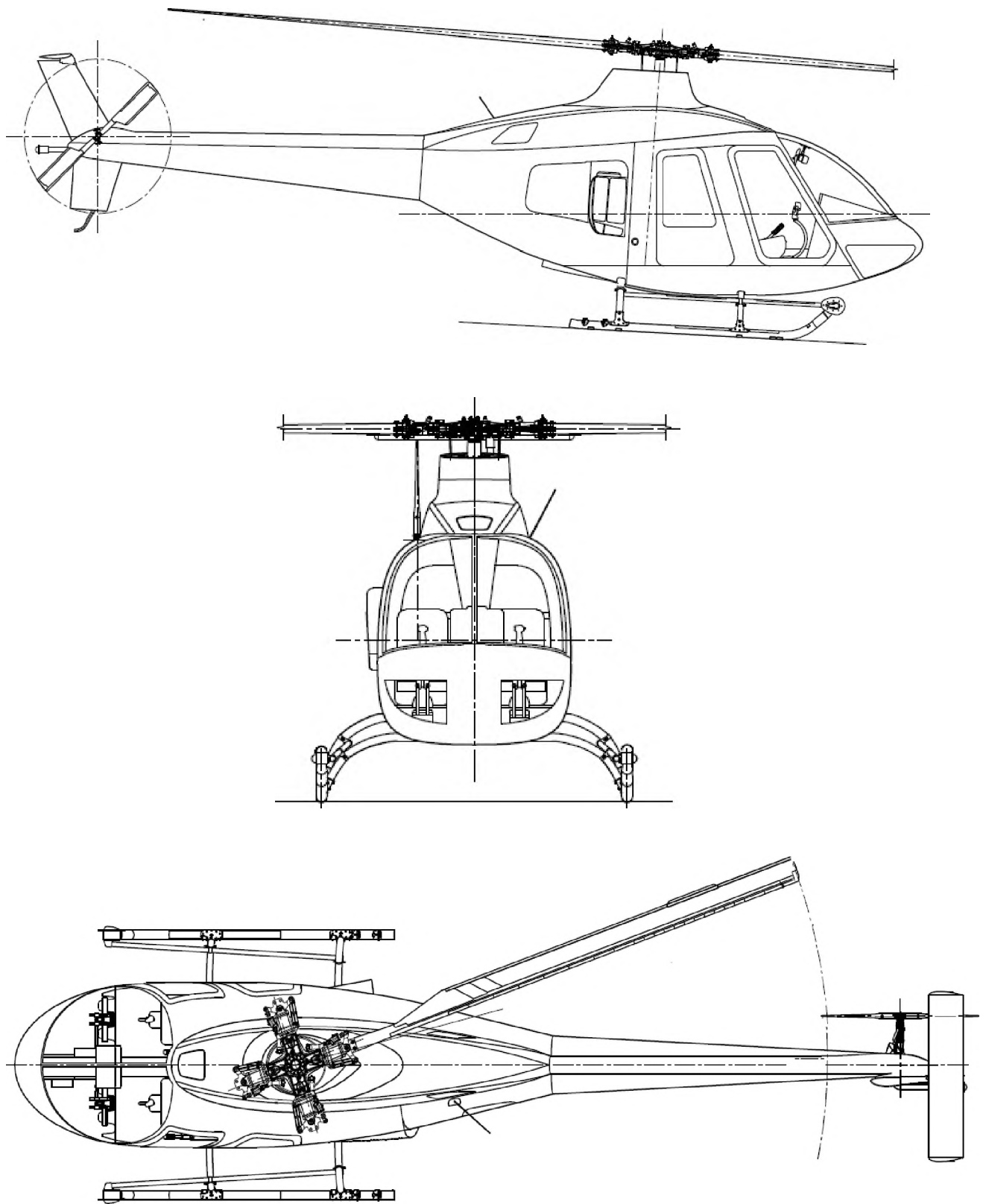


Рис. 2.20 Конструкция ползкового шасси вертолета Ми-34С1.

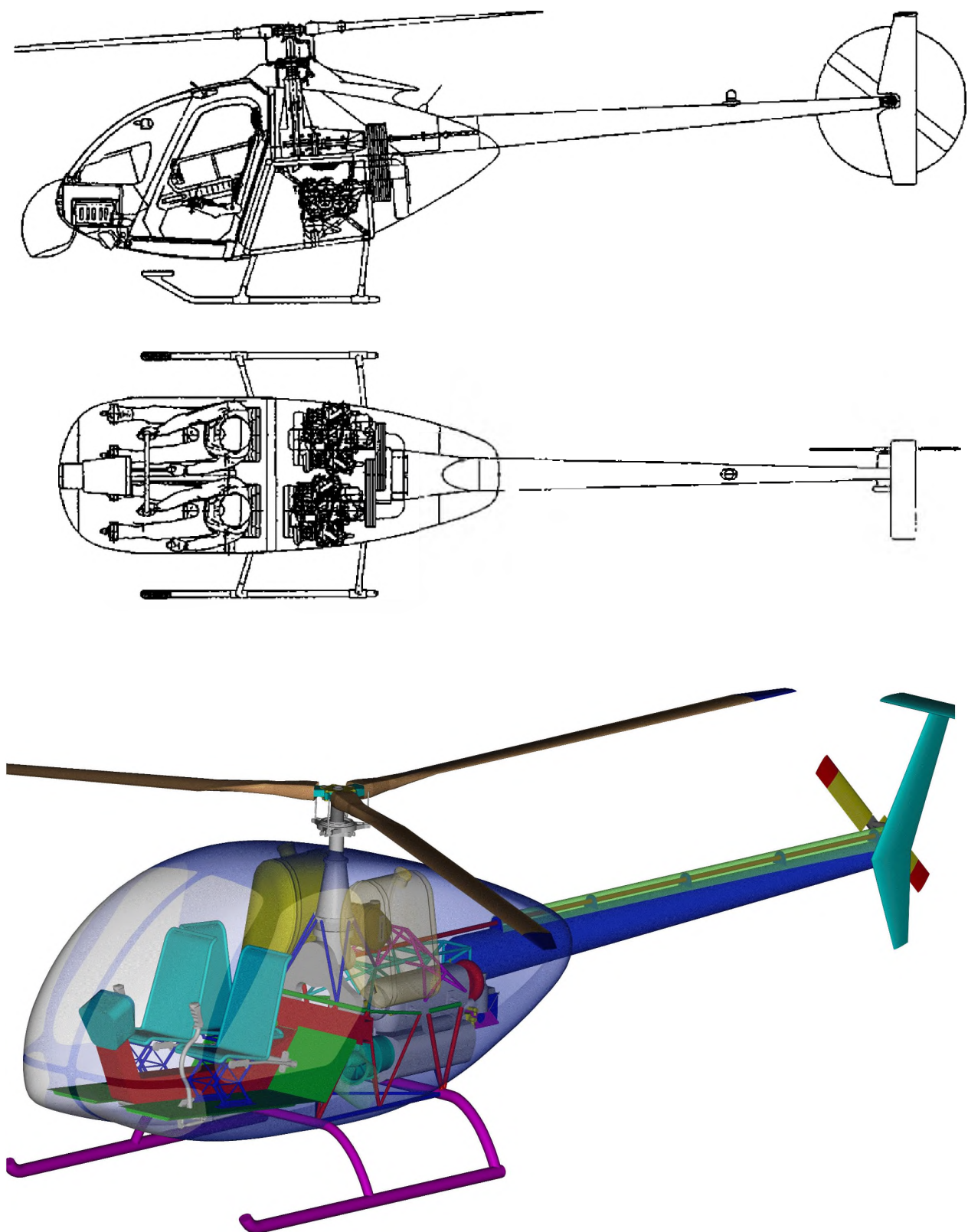


Рис. 2.21 Конструкция ползкового шасси вертолета Ми-60МАИ.



Рис. 2.21 Конструкция ползкового шасси вертолета АП-55.

3. Основные геометрические параметры шасси вертолета.

Основными параметрами колесного шасси вертолета с носовым колесом являются (рис. 3.1):

- расстояние от переднего колеса до центра масс вертолета a ;
- расстояние от колес главных опор шасси до центра масс вертолета b ;
- база шасси C , колея шасси B и высота шасси h ;
- угол опрокидывания θ и противокапотажный угол γ .

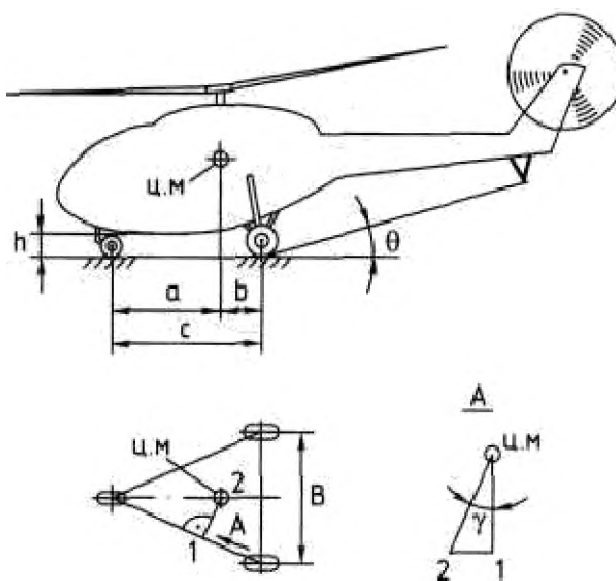


Рис. 3.1 Основные параметры колесного шасси с носовым колесом [4]

Расстояние от колес главных опор шасси до центра масс вертолета выбирают исходя из того, что на эти колеса должно приходиться 85...90% веса вертолета. Такое распределение нагрузки обеспечивает продольную устойчивость вертолета и путевое управление при маневрировании. Кроме того, величина b должна быть такой, чтобы вертолет при загрузке через заднюю грузовую рампу, посадке на главные колеса и движении по земле не опрокидывался на хвостовую предохранительную опору. Если база C мала, то на рулежке вертолет сильно раскачивается в продольной плоскости. Если база C велика, то на носовую стойку шасси будет приходиться очень маленькая нагрузка, и пробег после посадки будет неустойчивым. Минимально необходи-

мая колея шасси B определяется с учетом поперечной устойчивости вертолета. При большой колее вертолет становится чувствительным к ударам в колеса при движении вследствие возрастания момента рыскания. При малой колее не обеспечивается поперечная устойчивость вертолета. Угол опрокидывания θ определяется из условия безопасности посадки вертолета на режиме авторотации. Как правило, противокапотажный угол $\gamma = 35...40^\circ$. При высоком расположении центра масс с целью ограничения колеи B и сохранения значения γ в указанных пределах приходится использовать две носовые опоры. По этой причине четырехколесное шасси применяют на большинстве вертолетов соосной схемы. Для того чтобы вертолет мог перемещаться по неровной поверхности, высота шасси h должна быть не меньше 200 мм.

Для исключения капотирования (переворачивания) необходимо выполнение условия [14]:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{aB}{2y_{\text{цм}}\sqrt{C^2 + \frac{1}{4}B^2}} \geq \mu$$

где: μ — коэффициент трения колес о землю, $y_{\text{цм}}$ — высота центра масс вертолета над землей.

Основными параметрами ползкового шасси являются (рис. 3.2):

- база шасси C , разнос полозков B и высота шасси h ;
- угол опрокидывания θ и противокапотажные углы $\gamma_n, \gamma_z, \gamma_b$.

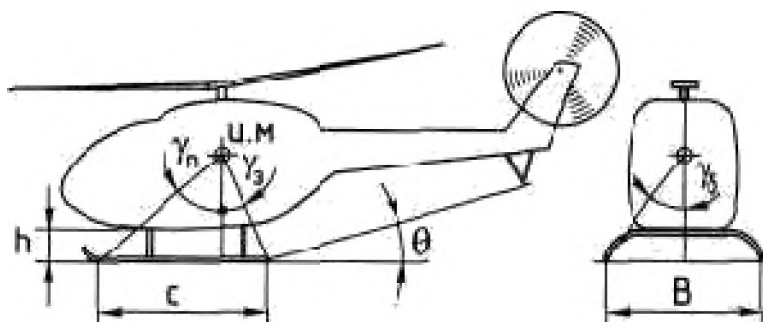


Рис. 3.2 Основные параметры ползкового шасси [4]

База равна длине прямого участка ползка, ограниченного значениями переднего γ_n и заднего γ_z противокапотажных углов, которые должны быть такими, чтобы не было опрокидывания вертолета вперед или назад при всех возможных посадочных случаях. Разнос ползков B ограничен допустимым значением бокового противокапотажного угла, определяемого соотношением [4]:

$$\operatorname{tg}\gamma_{\phi} = \frac{B}{2y_{\text{цм}}} \geq \mu$$

По статистическим данным $\gamma_n = 50 \dots 55^\circ$, γ_z

$= 50 \dots 55^\circ$ и $\gamma_{\phi} = 35 \dots 40^\circ$. Высота ползкового шасси не должна быть меньше 200 мм, а угол опрокидывания, также как и для колесного шасси, определяется условиями посадки вертолета на режиме авторотации.

4. Конструктивно-силовые схемы шасси и их анализ. Описание конструкции передних и главных стоек шасси вертолетов.

Конструкция колесного шасси зависит от положения колеса относительно узла подвески опоры на фюзеляже, места уборки, длины опоры стойки и кинематической схемы уборки. Опоры шасси могут быть:

- ферменной конструкции, балочной конструкции и рычажной конструкции.

На многих вертолетах (Ми-2, Ми-6, Ми-8) с неубирающимся шасси используется трехстержневая (пирамидальная) ферменная схема (рис. 4.1,а). В ней балка 3 и стержень 4 шарнирно прикреплены к силовым элементам нижней части фюзеляжа в узлах 1 и 2. Они воспринимают боковые и лобовые нагрузки от колеса. Кинетическая энергия вертолета при посадке воспринимается амортизатором 8, встроенным в третий стержень фермы 7. При обжати амортизатора ось 6 колеса перемещается по дуге окружности. Чтобы в конце обжатия колесо имело максимальную площадь контакта с грунтом, оно в необжатом состоянии должно иметь угол развала φ . Он не должен превышать значения, при котором возможен срыв протектора в процессе обжатия амортизатора за счет боковой силы при изменении колеи шасси.

Условиям эксплуатации корабельных вертолетов (Ка-25, Ка-27, Ка-32) лучше всего отвечает пирамидально-параллелограммная ферменная схема (рис. 4.1,б). Она позволяет получить большой ход колеса в вертикальном направлении, необходимый для демпфирования колебаний вертолета при боковой и курсовой качке корабля. Колея колес при этом меняется мало. В схемах, показанных на рис. 4.1,а и 4.1,б амортизатор 8 встроен в один из стержней фермы. Шток амортизатора нагружается только осевой силой. Это облегчает условия его работы и расширяет диапазон воспринимаемых нагрузок, делая его более чувствительным к малым нагрузкам. В ферменном шасси с вертикальной стойкой (рис. 4.1 в,г) плоскость колеса при обжатии амортизатора не меняет своего положения, поэтому условия работы пневматика более благоприятные, чем в предыдущих схемах. Однако шток амортизатора помимо осевой силы здесь воспринимает также поперечные силы, которые вызывают неравномерную выработку уплотнений.

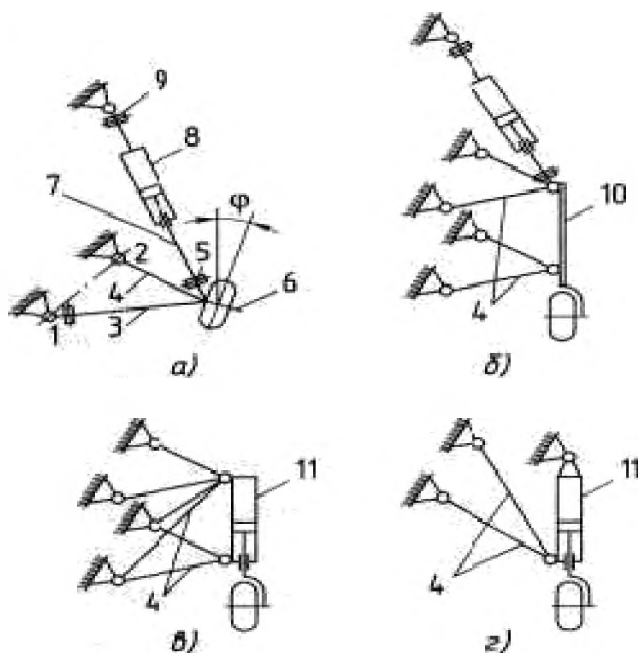


Рис. 4.1 Силовая схема ферменного шасси [4]: а- трехстержневая пирамидальная; б- пирамидально-параллелограммная; в- параллелограммная с вертикальной стойкой; г- пирамидальная с вертикальной стойкой; 1,2-узлы крепления к фюзеляжу, 3-балка, 4,7-стержни фермы, 5,9-карданные узлы, 6-ось колеса, 8-амортизатор, 10-стойка основного шасси, 11-стойка основного шасси с амортизатором.

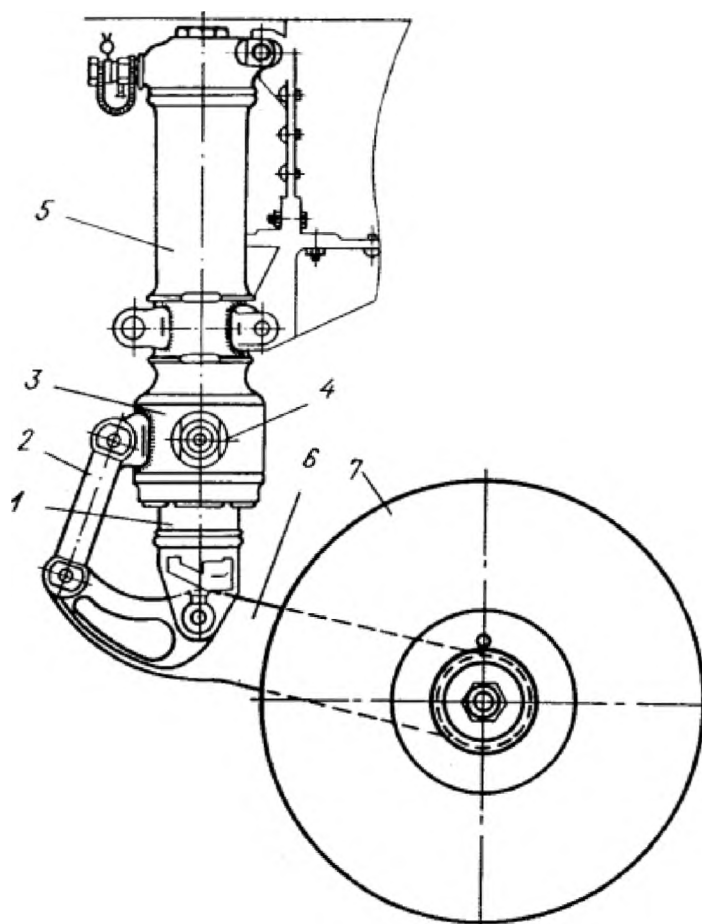
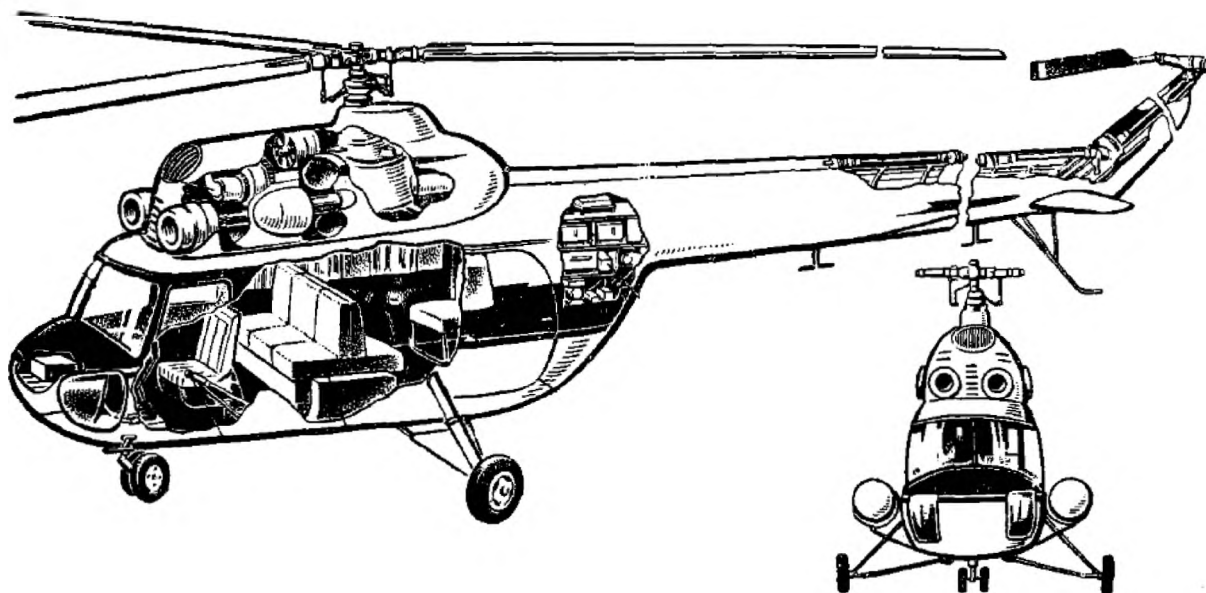


Рис. 4.2 Конструкция колесного шасси и носовой стойки вертолета Ми-2 [12]:

1-шток; 2- звено рычажной подвески; 3- поводок; 4- проушина для швартовки; 5- амортизатор; 6- рычаг; 7- колеса.

Передняя стойка шасси вертолета Ми-2 (см. рис. 4.2) имеет рычажную подвеску двух спаренных колес, благодаря чему амортизатор воспринимает только осевые нагрузки, и изгиб штока амортизатора исключается. Вследствие этого создаются благоприятные условия для работы уплотнения амортизатора, уменьшается односторонний износ его подвижных деталей.

Рычажная подвеска обеспечивает амортизацию как вертикальных, так и горизонтальных сил. Она позволяет значительно уменьшить высоту стойки шасси. Кроме этого, рычажная подвеска обеспечивает лучшую проходимость вертолета во время руления по неровной поверхности. Спаренные колеса устанавливаются для уменьшения удельной нагрузки на грунт, что также улучшает проходимость вертолета, так как проходимость вертолета по грунту обратно пропорциональна удельному давлению на опорную поверхность шасси. Передняя стойка шасси установлена по оси симметрии вертолета и крепится к узлам на силовом шпангоуте фюзеляжа. Она состоит из амортизатора 5, рычажного механизма 2,6 и двух колес 7.

Главные стойки шасси Ми-2 (рис. 4.3) расположены с обеих сторон центральной части фюзеляжа. Каждая главная нога шасси состоит из следующих частей: рамы ноги с осью колеса, амортизатора, колеса, тормоза колеса. При посадке вертолета элементы главных стоек шасси воспринимают неравные нагрузки и при работе амортизаторов производят сложные движения. Чтобы они не вызвали поломки (деформации) элементов стоек и их узлов крепления, в некоторые соединения включены карданы. Рама стойки шасси крепится к углам, расположенным снизу на шпангоутах № 6Ф и 7Ф центральной части фюзеляжа. Амортизатор цилиндром через кардан соединен с рамой, а шток амортизатора также через кардан крепится к узлу сбоку шпангоута № 6Ф.

Рама главной стойки шасси - V-образной формы, сварена из двух хромансильевых труб 7. Одни концы труб сварены между собой и к ним приварен фланец 1 крепления тормозного диска колеса. Соединение этих концов труб расточено, в расточку запрессована ось колеса и зафиксирована двумя

конусными втулками, стянутыми болтами. Место соединения усилено приваренной хроманселевой косынкой, в которую в свою очередь вварена втулка, служащая для крепления буксировочного приспособления.

Сверху соединения труб рамы приварена проушина 2 для крепления цилиндра амортизатора. Трубы рамы используются как баллоны для сжатого воздуха воздушной системы вертолета, поэтому на трубах приварены штуцеры подвода 6 воздуха и слива 3 конденсата. По передней трубе рамы проложен и закреплен хомутами трубопровод тормозной системы, а также трос со штырем заземлений вертолета. В противоположные волны труб рамы вварены вилки для крепления ее к узлам фюзеляжа (см. рис. 4.4). Ось колеса выточена из стали 30ХГСА, имеет два посадочных пояска для роликовых подшипников колеса и резьбу для гайки его крепления.

Хвостовая опора Ми-2 (см. рис. 4.5) состоит из двух подкосов 3, сваренных с трубой 4, и амортизатора 2. Подкосы и труба выполнены из хроманселевых труб и сварены между собой при помощи хроманселевых накладок для усиления места соединения. К месту соединения приварена проушина для крепления цилиндра амортизатора. В концы подкосов вварены вилки, которыми они крепятся к узлам на шпангоуте № 13 хвостовой балки 1. Труба несколько изогнута и на ее конце при помощи болтов крепится сменная текстолитовая пята 5. Амортизатор (см. рис.4.6) состоит из цилиндра, штока, бус, уплотнений, крепежных деталей. Цилиндр 13 и шток 3 выполнены из сплава Д16Т и оба представляют собой цилиндры. Шток амортизатора снаружи хромирован, цилиндр амортизатора изнутри шлифован, а снаружи окрашен эмалевой краской. Цилиндр снизу имеет проушину, в которую запрессован шаровый подшипник, и штуцер (сверление с резьбой) для установки стандартного зарядного клапана. При ударе хвостовой опоры о землю шток, двигаясь вниз, вытесняет жидкость из цилиндра в полость штока через отверстие диаметром 2 мм в диафрагме, создающее достаточное гидравлическое сопротивление для поглощения энергии удара.

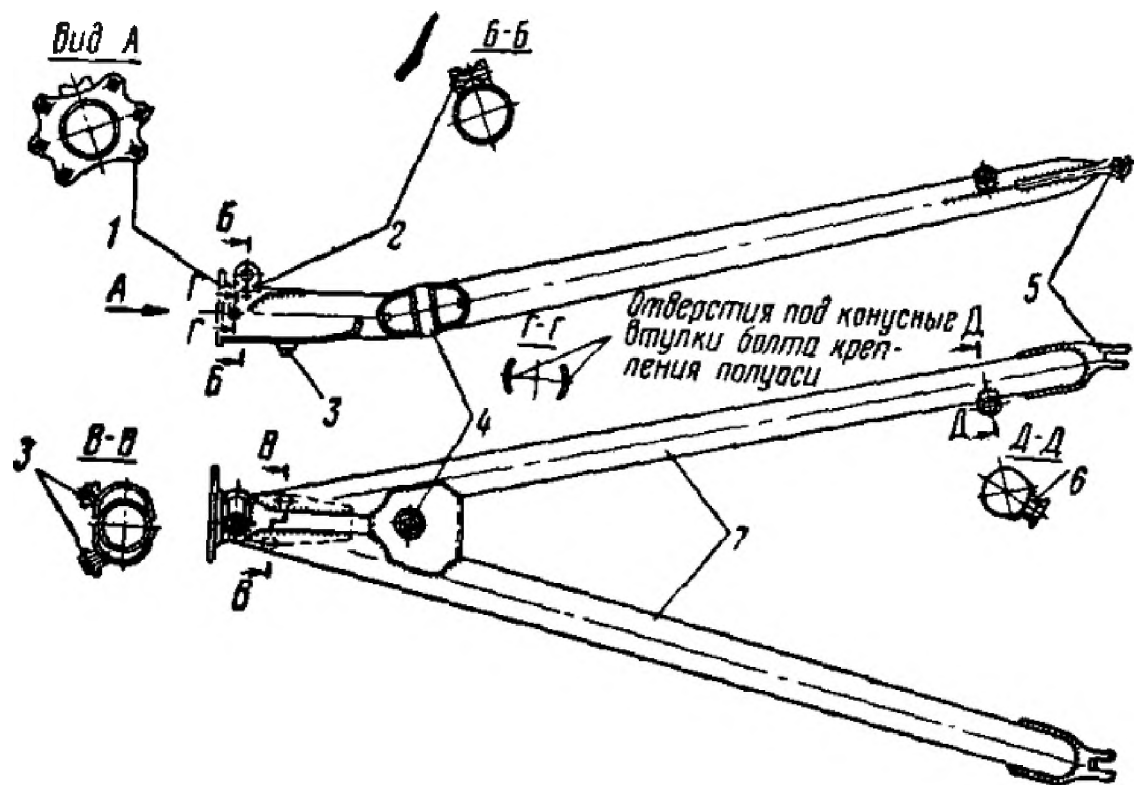


Рис. 4.3 Рама главных стоек шасси вертолета Ми-2 (вид по полету) [12]:

1- фланец крепления тормозного диска колеса; 2 - проушина крепления амортизатора; 3 - штуцеры слива конденсата; 4 - втулка под буксировочное приспособление; 5 - вилки крепления рамы к узлам фюзеляжа; 6 - штуцер для подсоединения воздушной системы вертолета; 7 - трубы рамы.

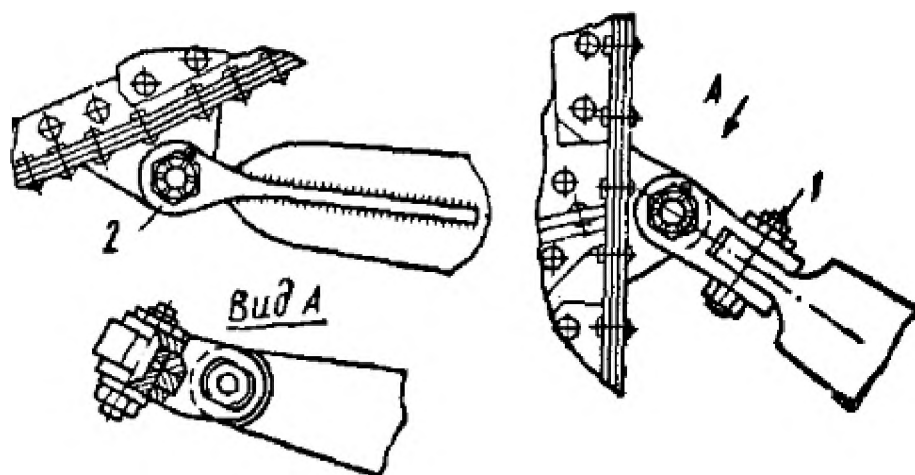


Рис. 4.4 Узлы крепления главной стойки шасси Ми-2 [12]:

1- узел крепления амортизатора к шпангоуту; 2- узел крепления стоек к шпангоуту.

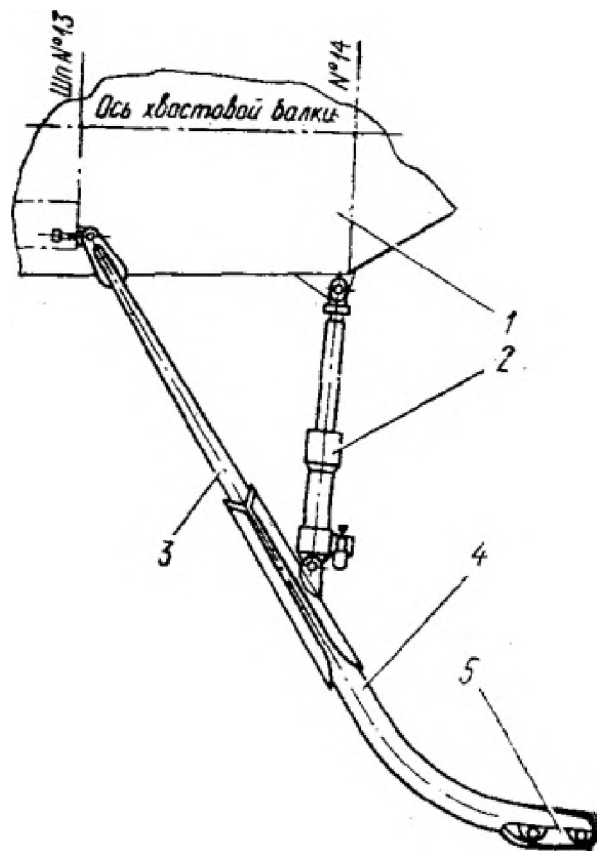


Рис. 4.5 Конструкция хвостовой опоры вертолета Ми-2 [12]:

1- узлы крепления на шпангоуте хвостовой балки; 2- амортизатор; 3- подкосы; 4- труба; 5- пята.

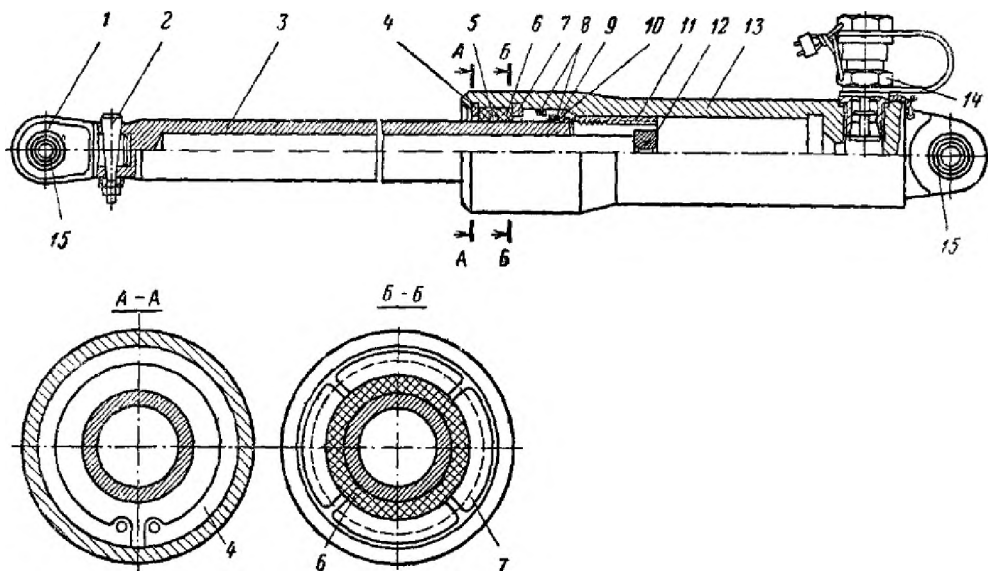


Рис. 4.6 Амортизатор хвостовой опоры вертолета Ми-2 [12]:

1- проушина крепления амортизатора к узлу на хвостовой балке; 2- болт; 3- шток; 4- стопорное кольцо; 5- войлочное кольцо; 6- текстолитовая буска; 7- сухари; 8- резиновые кольца; 9- обойма; 10- фторопластовые уплотнительные кольца; 11- текстолитовое покрытие; 12- диафрагма; 13- цилиндр; 14- зарядный клапан; 15- шаровые подшипники.

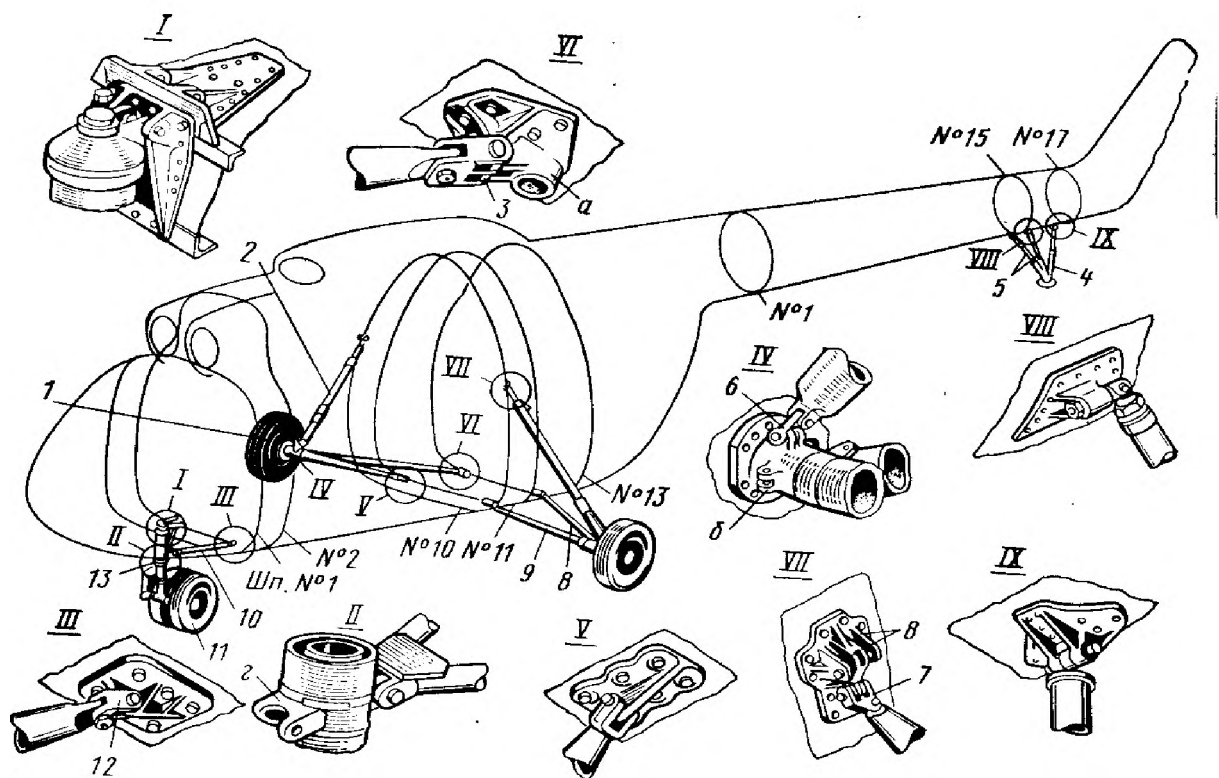
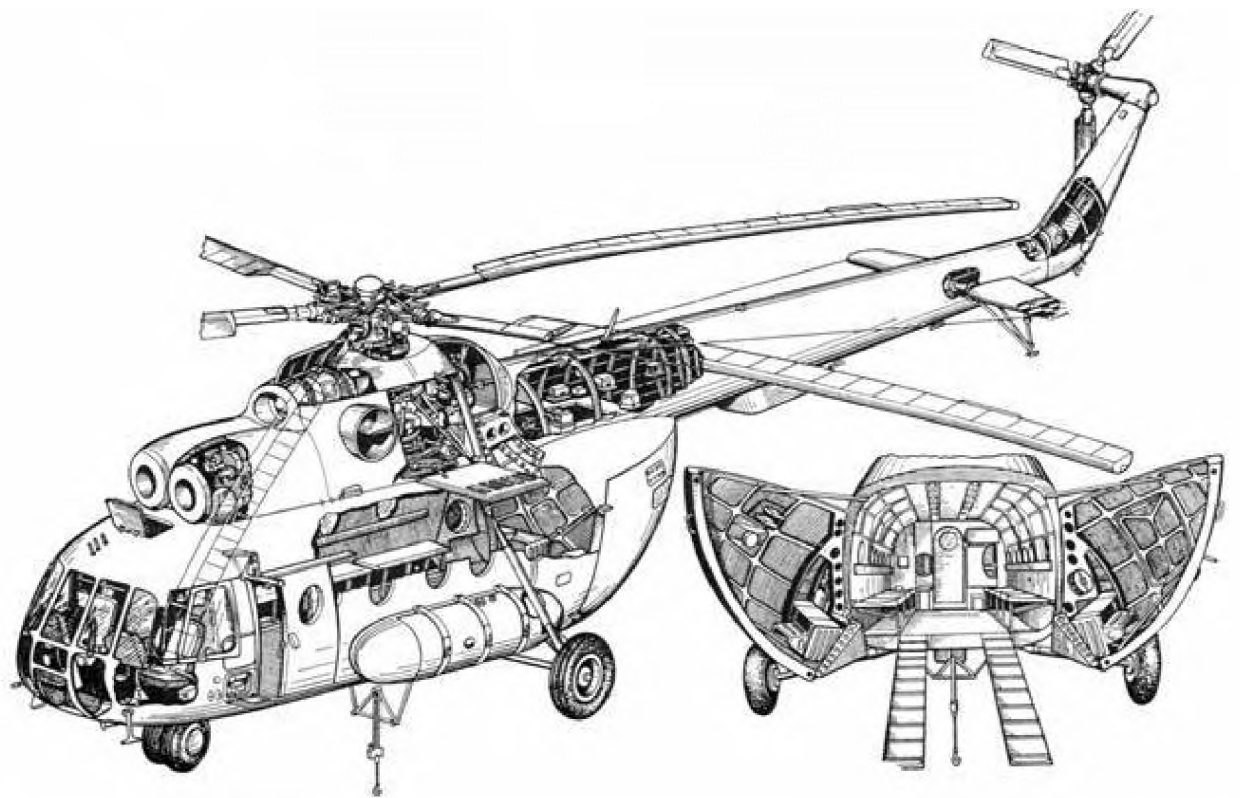


Рис. 4.7 Узлы колесного шасси вертолета Ми-8 [5]:

I-узел крепления амортизатора передней стойки, II-узел крепления вильчатого подкоса к амортизатору, III-узел крепления вильчатого подкоса к фюзеляжу, IV-узел крепления амортизатора гл.стойки к полуоси, V-узел крепления полуоси к фюзеляжу, VI-узел крепления подкоса гл.стойки к фюзеляжу, VII-узел крепления амортизатора гл.стойки к фюзеляжу, VIII-узел крепления подкоса хвостовой опоры к хвостовой балке, IX-узел крепления амортизатора хвостовой опоры к хвостовой балке.

Передняя стойка колесного шасси вертолета Ми-8 (см. рис. 4.7, 4.8) имеет аналогичную Ми-2 конструкцию - балочно-подкосного типа, которая крепится верхним узлом на шпангоуте № I центральной части фюзеляжа, а нижним узлом при помощи вильчатого подкоса - к узлу на шпангоуте № 2 центральной части фюзеляжа. Передняя стойка имеет самоориентирующуюся рычажную подвеску колес, что обеспечивает лучшие условия работы амортизатора (рис. 34) при рулении по неровной поверхности. Ось 28 колес свободно ориентируется совместно с рычагом 27 и штоком 15, что позволяет вертолету осуществлять маневр на земле. Благодаря наличию кулачкового механизма разворота, при взлете колеса передней стойки устанавливаются в линию полета. Передняя стойка состоит из рычажной амортизационной стойки, вильчатого подкоса и двух нетормозных колес. Стойка включает в себя цилиндр 6, шток 5, плунжер 9, поворотный кронштейн 19, шатун 26, рычаг 27, кулачки механизма разворота, зарядный клапан 1 с трубкой 6 уровня жидкости. Цилиндр 8 - стальной, на верхней части к нему приварена головка с проушиной 3 крепления стойки к фюзеляжу и сливной штуцер с пробкой 5. В средней части головки выполнена осевая расточка, в которой при помощи стопорной втулки и гайки 2 крепится плунжер 9.

В средней части цилиндра имеются проушины для крепления вильчатого подкоса и швартовочного приспособления. Снизу в цилиндр монтируют шток 15 с направляющими бронзовыми буксами и нижний кулачок 20 механизма разворота. На наружной поверхности нижней части цилиндра обработаны два цилиндрических пояска для установки поворотного кронштейна 19. Рычаг 27 -сварной конструкции, верхним концом шарнирно соединен с кронштейном 19 при помощи специального болта, на котором установлен указатель 24 хода штока и давления в амортизаторе в зависимости от полетной массы.

При посадке вертолета усилие, действующее на колеса, передается через рычаг подвески колес и шатун на шток амортизатора, который вместе с буксами перемещается вверх, и совершается прямой ход амортизатора.

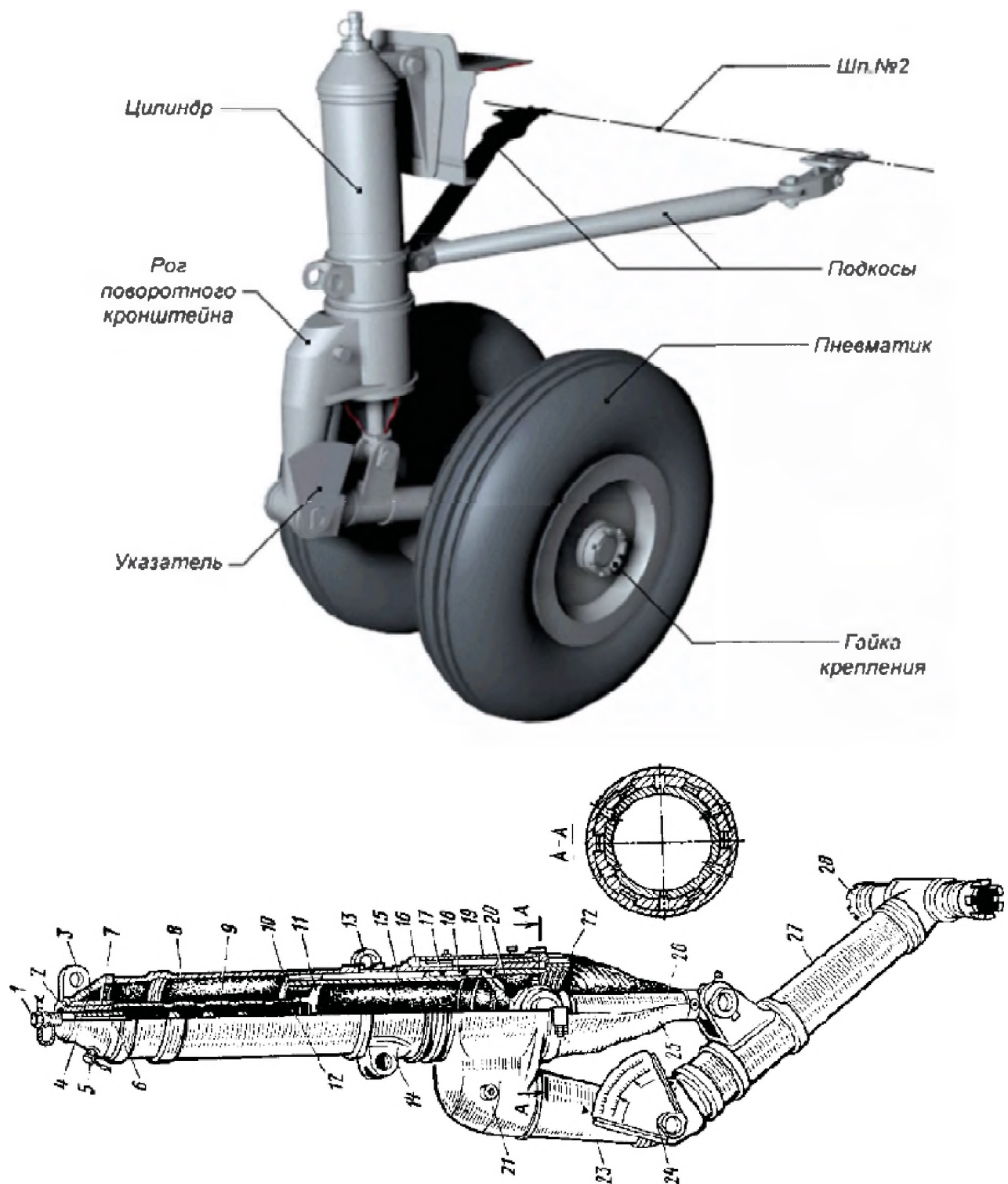


Рис. 4.8 Конструкция передней опоры шасси вертолета Ми-8 [10,5]:

1-зарядный клапан, 2-гайка крепления плунжера, 3-проушина крепления амортизатора, 4-хвостовик плунжера, 5-штуцер слива жидкости, 6-трубка уровня жидкости, 7-стопорное кольцо, 8-цилиндр, 9-плунжер, 10-верхняя букса, 11-поршневое кольцо, 12-поршень плунжера, 13-проушина крепления подкоса, 14-проушина для швартовки, 15-шток с верхним фиксатором, 16-упорное кольцо, 17-втулка, 18-нижняя букса, 19-поворотный кронштейн, 20-нижний фиксатор, 21-втулка крепления устройства для буксировки, 22-гайка, 23-рог поворотного кронштейна, 24-указатель давления, 25-чехол, 26-шатун, 27-рычаг, 28-ось.

Главные стойки шасси вертолета Ми-8 (см. рис. 4.9) по конструкции аналогичны между собой. В комплект каждой стойки входят: двухкамерный амортизатор, полуось, задний подкос, пневматик и обтекатель.

Амортизатор своим верхним узлом крепится к комбинированному узлу, установленному на шпангоуте № 10 фюзеляжа, а нижним - к полуоси. Задний подкос крепится к узлу шпангоута №13 и полуоси, которая соединена с узлом на шпангоуте № 11.

Амортизатор предназначен для поглощения кинетической энергии, передаваемой при ударе вертолета о землю во время посадки, а также для гашения поперечных колебаний типа «земной резонанс». Шлиц-шарнир имеет два звена, соединенные между собой, а также со штоком и цилиндром посредством болтов и бронзовых втулок.

Полуось и подкос изготовлены из стальной трубы сварной конструкции. На одном конце полуоси приварена проушина для крепления к узлу фюзеляжа (см. узел *V*, рис. 4.7), а на другом конце приварены фланец для крепления тормоза (см. узел *IV*), проушина для крепления подкоса, ухо для крепления амортизатора к проушине для крепления буксировочного приспособления.

В расточку полуоси запрессована ось колеса, которая фиксируется двумя конусными втулками, стянутыми болтом. На конце оси имеется нарезка под гайку для крепления тормозного колеса.

Подкос на обоих концах имеет проушины для крепления через кардан к узлу фюзеляжа и к проушине на полуоси.

Внутренняя полость подкоса используется и качестве баллона для сжатого воздуха воздушной системы вертолета. Для зарядки воздухом и слива конденсата воды на подкосу вварены штуцера. С задней стороны подкоса расположена проушина для подсоединения троса при буксировке вертолета хвостом вперед. Обтекатель придает необходимую аэродинамическую форму нижней части главных стоек шасси между полуосью и подкосом.

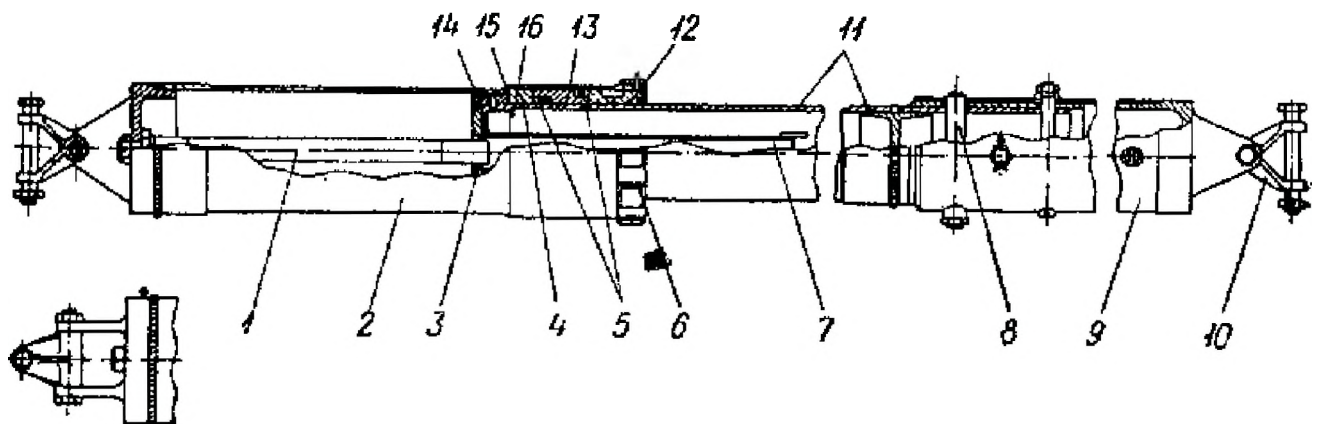
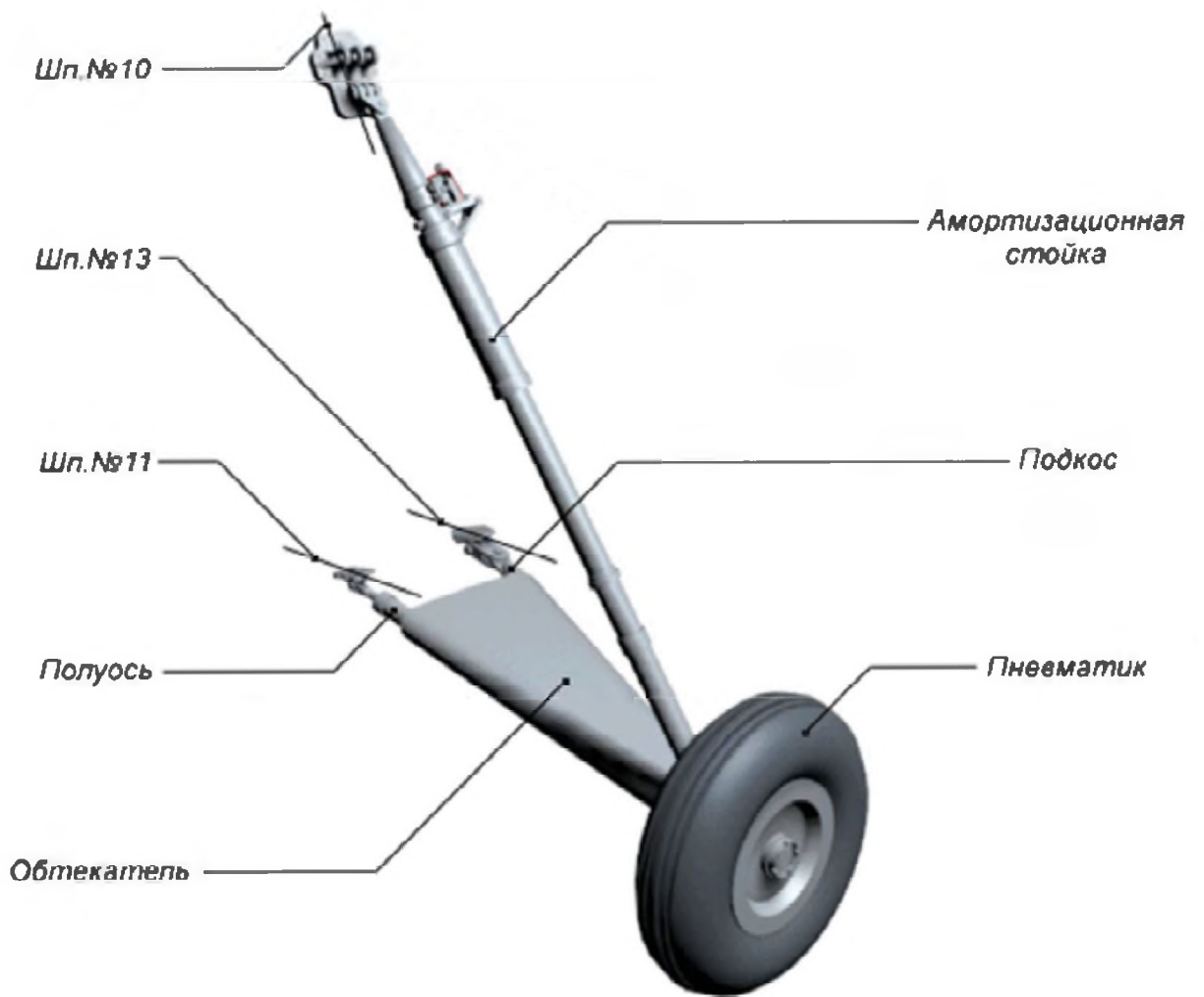


Рис. 4.9 Устройство амортизационной стойки главной стойки шасси вертолета Ми-8 [10]:

1-игла, 2-цилиндр, 3-калибровочное отверстие, 4-упорное кольцо, 5-уплотнение, 6-гайка, 7-пеногаситель, 8-болт, 9-труба, 10-кардан, 11-шток, 12-верхняя бусса, 13-втулка, 14-нижняя бусса, 15-запоршневое пространство, 16-отверстия.

Хвостовая опора вертолета Ми-8 (см. рис. 4.10) предназначена для предохранения лопастей рулевого винта от повреждений при посадке вертолета с большим углом кабрирования.

В комплект хвостовой опоры входит амортизатор, демпферы, два подкоса фермы и пяты. Амортизатор хвостовой опоры состоит из цилиндра и штока.

Цилиндр *18* амортизатора выполнен из легированной стали. Снизу к нему приварено днище с вилкой для крепления к узлу пяты. Шток *29* стальной, пустотелый, на его нижнем конусе смонтирована бронзовая букса *21* с уплотнительным и резиновыми кольцами и центральным калиброванным отверстием. Над буксой установлена разрезная дюралюминиевая втулка *23* для ограничения выхода штока при работе амортизатора.

При ударе хвостовой опоры о землю цилиндр амортизатора движется вверх, шток через отверстие в нижней буксе *26* вытесняет жидкость из полости цилиндра в полость штока и далее через радиальные отверстия в последнем в кольцевую полость, образованную цилиндром и штоком. При обратном ходе цилиндр *18* амортизатора возвращается в исходное положение под давлением технического азота.

Подкосы *31* (см. рис. 4.10) хвостовой опоры выполнены из дюралюминиевых труб. Верхние концы подкосов шарнирно соединены с ушковыми болтами узлов на хвостовой балке посредством демпферов. В комплект демпфера входят корпус с гайкой, наружная *3* и внутренняя *5* обоймы, между которыми установлены резиновая втулка *4* и вильчатый болт. Нижние концы подкосов вклепаны в стаканы вильчатого узла *11*.

Узел - стальной, сварной конструкции, кроме стаканов имеет ребро для подсоединения амортизатора *32* через сферический подшипник *10* и болт, а также прилив с расточкой для шарнирного крепления пяты *30*. Пята отштампована из алюминиевого сплава и осью *12* соединена в узле на двух бронзовых втулках *9,13*. Фиксация пяты обеспечивается рычажной пружиной *8*, позволяющей удерживать пяту на переднем упоре узла.

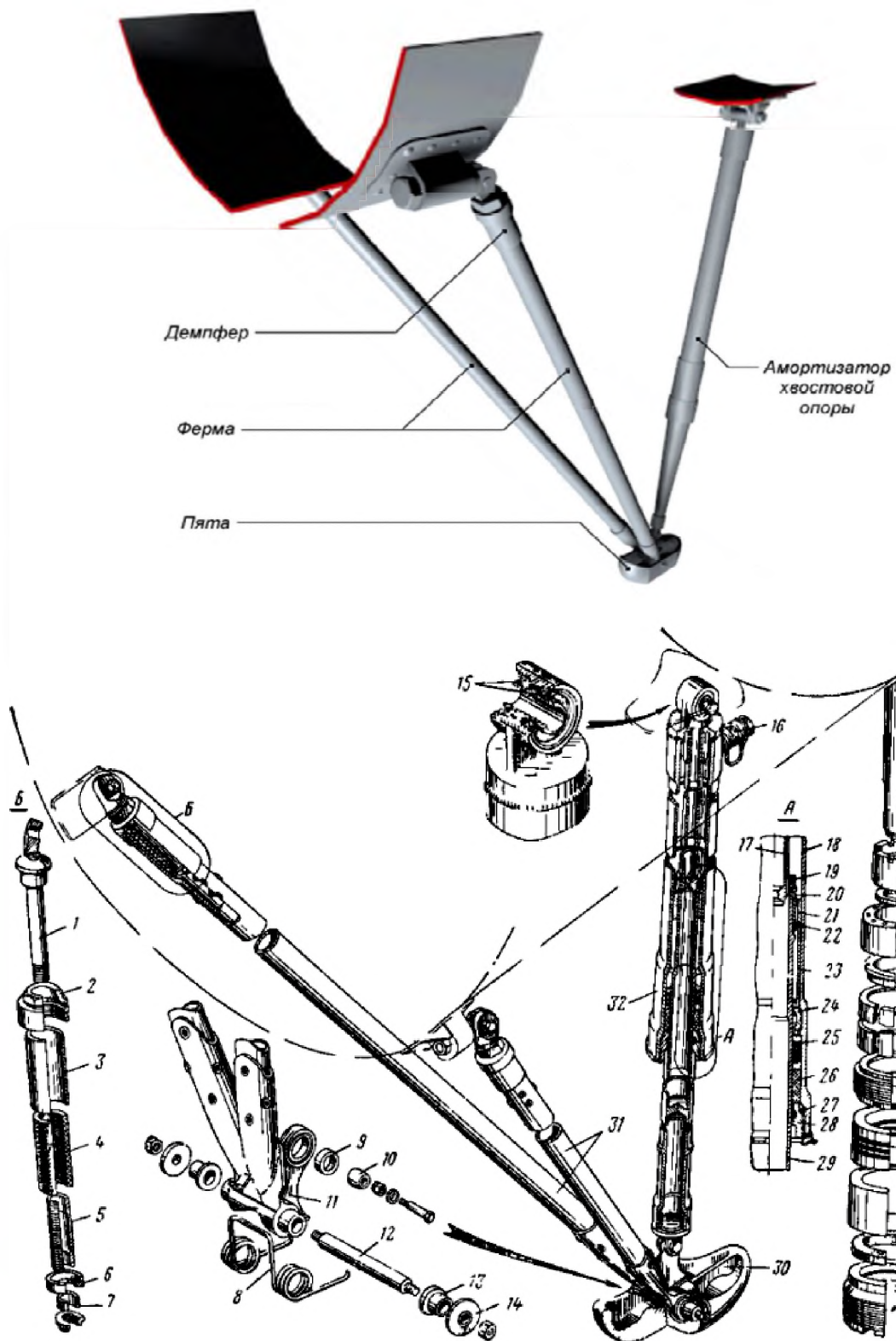


Рис. 4.10 Конструкция хвостовой опоры вертолета Ми-8 [10,5]:

1 - ушковый болт; 2 - гайка; 3- наружная обойма; 4- демпфирующая резиновая втулка; 5 - внутренняя обойма; 6- кольцо; 7 - втулка; 8-пружина; 9, 13 - втулки. 10 - шаровой подшипник; 11- вильчатый узел; 12 - ось; 14 - шайба; 15 - демпфирующие резиновые кольца; 16- зарядный клапан; 17 - плунжер; 18- цилиндр; 19 - поршневое кольцо, 20 - гайка; 21- верхняя букса; 22 - клапан; 23- втулка; 24- гайка; 25- пакет уплотнительных колец; 26 - нижняя текстолитовая букса; 27 - войлочные кольца; 28- гайка; 29 - шток; 30 - пята; 31 - подкосы; 32- амортизатор.

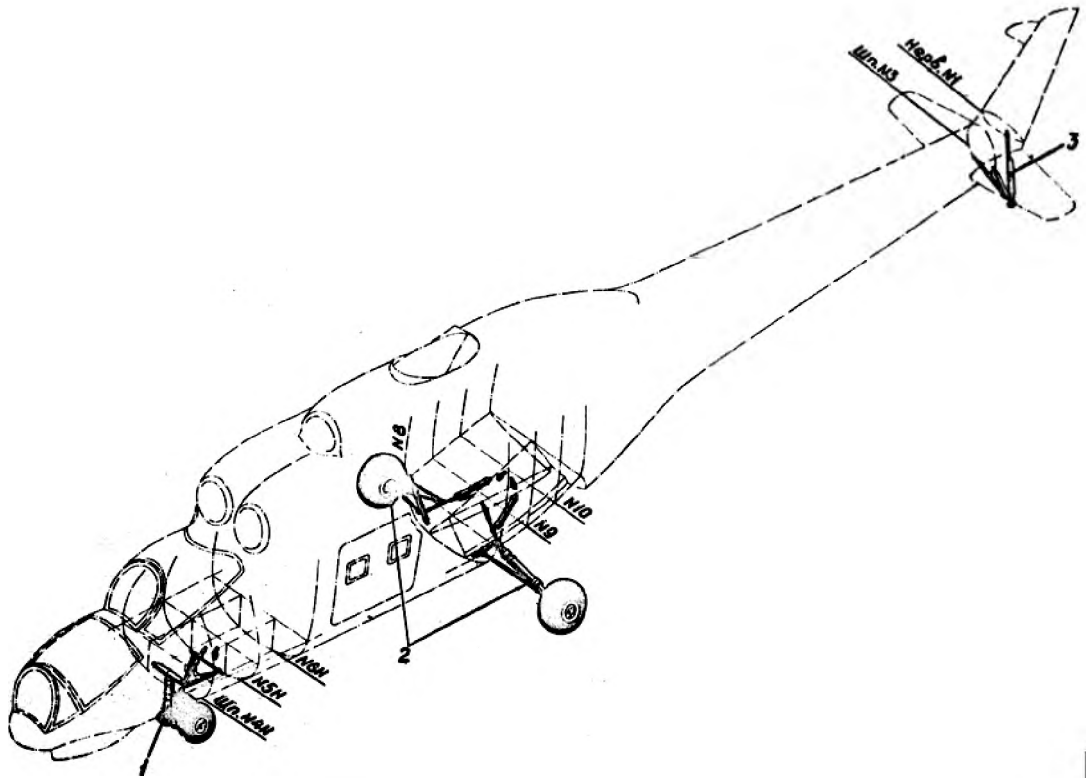


Рис. 4.11 Схема расположения стоек шасси вертолета Ми-24:

1-передняя опора; 2-главные опоры; 3-хвостовой костыль.

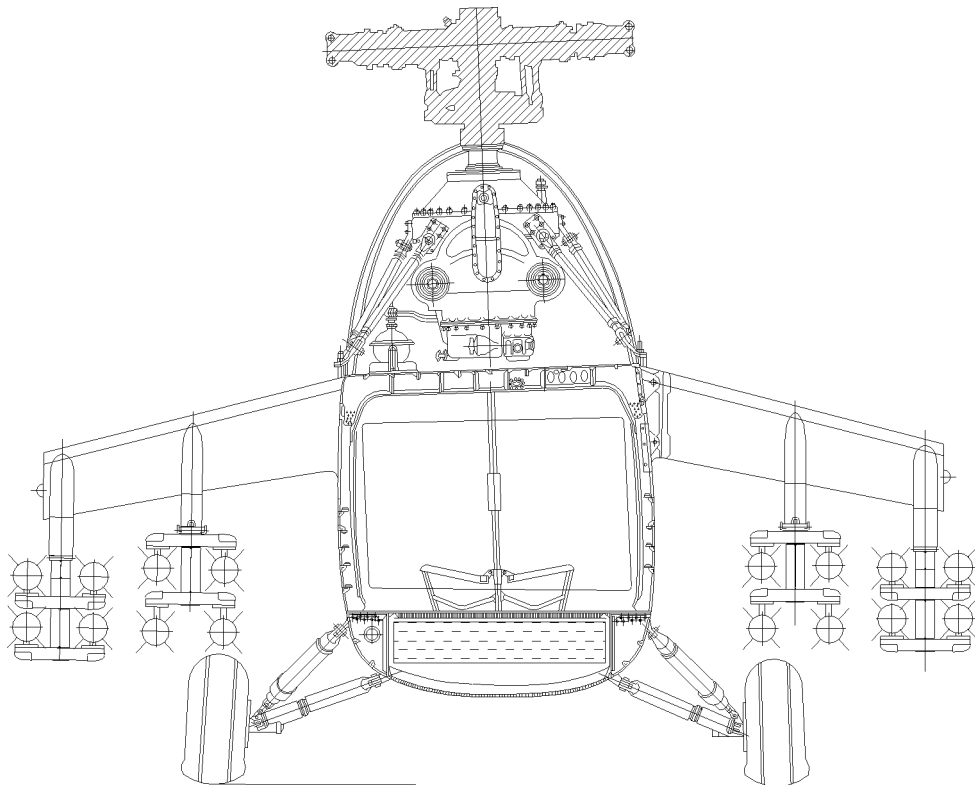


Рис. 4.12 Элементы колесного шасси вертолета Ми-24.

На ударном вертолете Ми-24 (рис. 4.11) применяется трехстоечное колесное шасси, убирающееся в полете, и хвостовая опора, имеющие жидкостно-газовые амортизаторы. Шасси состоит из передней опоры 1 и двух главных опор 2. На главных опорах установлено по одному колесу с пневматическим дисковым тормозом. На передней опоре установлены два нетормозных колеса. Хвостовая опора 3 установлена на узлах килевой балки и предназначена для предохранения хвостового винта от удара о землю в случае грубой посадки вертолета с опрокидыванием назад.

Передняя стойка шасси Ми-24А (см. рис. 4.13) состоит из рычажной амортистойки 46, механизма уборки и выпуска и двух колес 54. Она убирается назад в специальную нишу носовой части фюзеляжа с помощью гидроцилиндра 7.

Рычажная амортистойка (см. рис. 4.14) включает в себя следующие основные части: цилиндр амортизатора 2, шток 26, плунжер 14 и поворотную муфту 24. В цилиндр вставлен шток 26 с приваренной к нему головкой, имеющей проушину для крепления рычага 18 и серьгу 39 подвески ноги на замок убранного положения. Плунжер 14 представляет собой стальную трубу, выполненную за одно целое с поршнем. В нижней части плунжера смонтирована на штифтах фасонная гайка 31, на штоке которой установлен клапан 33 с пружиной 32.

Механизм уборки и выпуска передней стойки шасси (см. рис. 4.13), включает в себя складывающийся подкос, гидроцилиндр уборки и выпуска 47, гидрозамок 49 убранного положения ноги, а также механизм управления створками. Складывающийся подкос состоит из верхнего 51 и нижнего 53 звеньев, отштампованных из хроманселевой стали и соединенных шарнирно между собой болтом 52 на бронзовых втулках.

Гидроцилиндр уборки и выпуска передней ноги шасси состоит из следующих основных частей: цилиндра 7, крышек 5 и 17, штока 8, поршня 16, механического замка выпущенного положения и челночного клапана 22.

Цилиндр 7 представляет собой хромансильевую гильзу, на концы которой навинчены крышки 5 и 17, имеющие резиновые и фторопластовые уплотнительные кольца. Справа, между торцем гильзы и крышкой 17, установлена регулировочная шайба 15, а слева - упорный вкладыш 6. В цилиндре перемещается шток 8, на котором смонтированы поршень 16 с резиновыми и фторопластовыми уплотнительными кольцами и механический замок.

Замок включает в себя следующие детали: втулку 21, замковую втулку 14 с уплотнительными кольцами и пружиной 20, распорную втулку 12 с пружиной 13, разрезное замковое кольцо 11 и толкатель 10. Последний имеет четыре шипа под шлицы в буртике штока и удерживается ограничительным кольцом 9. Все эти детали крепятся гайкой 19, законтренной проволокой. В крышке 5 установлен механизм электрической сигнализации выпущенного положения передней ноги шасси, состоящей из валика 1, на котором закреплены вильчатый поводок 2 и рычаг 28. Последний кинематически связан с ползуном 24, который размещен в специальной коробке, прикрепленной винтами к площадке крышки 5 (см, вид Б).

Ползун имеет пружину 26 с набором шайб и нажимной винт 27. Движение рычага 28 ограничивается упорным винтом 29. К площадке крышки прикреплен микровыключатель 23. На гидроцилиндре закреплен при помощи хомута челночный клапан 22, предназначенный для переключения гидроцилиндра на основную гидросистему в случае отказа вспомогательной гидросистемы вертолета. Гидроцилиндр при помощи ушкового болта 3, ввинченного в шток 8, крепится к верхнему звену складывающегося подкоса, а проушиной к узлу на фюзеляже.

Замок убранного положения передней стойки шасси состоит из следующих частей (см. рис. 4.13): цилиндра 34, механизма с крюком 42 и микровыключателя 48 сигнализации. В цилиндре установлен двухполостной поршень 35 и шток 30. Механизм замка смонтирован в кронштейне 45, собранном из двух щек на распорных втулках, и включает в себя поводок 39, собачку 40, крюк 42 и пружину 44.

На корпусе укреплен двумя болтами микровыключатель 48. Для точной установки стойки на замок имеется регулировочный узел.

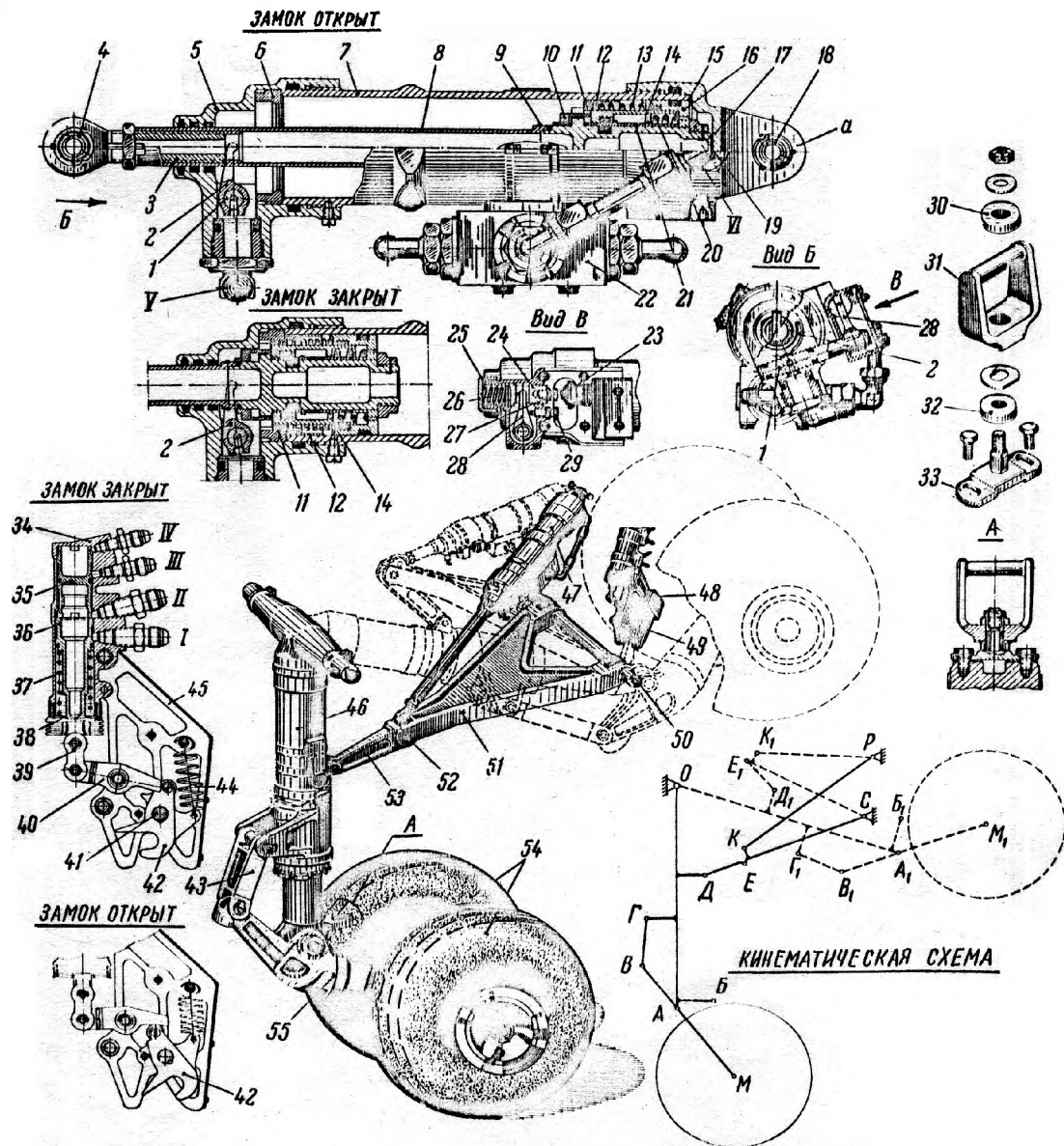


Рис. 4.13 Передняя стойка шасси с механизмом уборки и выпуска вертолета Ми-24А [13]:

1-валик; 2-вилчатый поводок; 3-ушковый болт; 4, 18-шарнирные подшипники; 5,17-крышки; 6- упорный вкладыш; 7-цилиндр; 8-шток; 9-ограничительное кольцо; 10-толкатель; 11-разрезное замковое кольцо; 12-распорная втулка; 13,20-пружины; 14-замковая втулка; 15-регулировочная шайба; 16-поршень; 19-гайка; 21-втулка; 22-челночный клапан; 23-микровыключатель; 24-ползун; 25-колпачок; 26-пружина; 27-нажимной винт; 28-рычаг; 29-упорный винт; 30,32-регулировочные шайбы; 31-серьга подвески; 33-кронштейн; 34-цилиндр замка; 35-двухполостный поршень; 36-шток; 37-пружина; 38-гайка; 39-поводок; 40-собачка; 41-ось; 42-крюк; 43-звено; 44-пружина замка; 45-кронштейн; 46-рычажная амортистойка; 47-гидроцилиндр уборки и выпуска ноги; 48-микровыключатель; 49-гидрозамок убранного положения стойки; 50-ось подвески складывающегося подкоса; 51-верхнее звено складывающегося подкоса; 52-болт; 53-нижнее звено складывающегося подкоса; 54-колеса К329А 480x200; 55-рычаг; а - проушина; I,II - штуцера для подсоединения трубопроводов вспомогательной гидросистемы вертолета; III,IV- штуцера, для подсоединения трубопроводов основной гидросистемы вертолета; V,VI- штуцера на цилиндре уборки и выпуска передней ноги шасси.

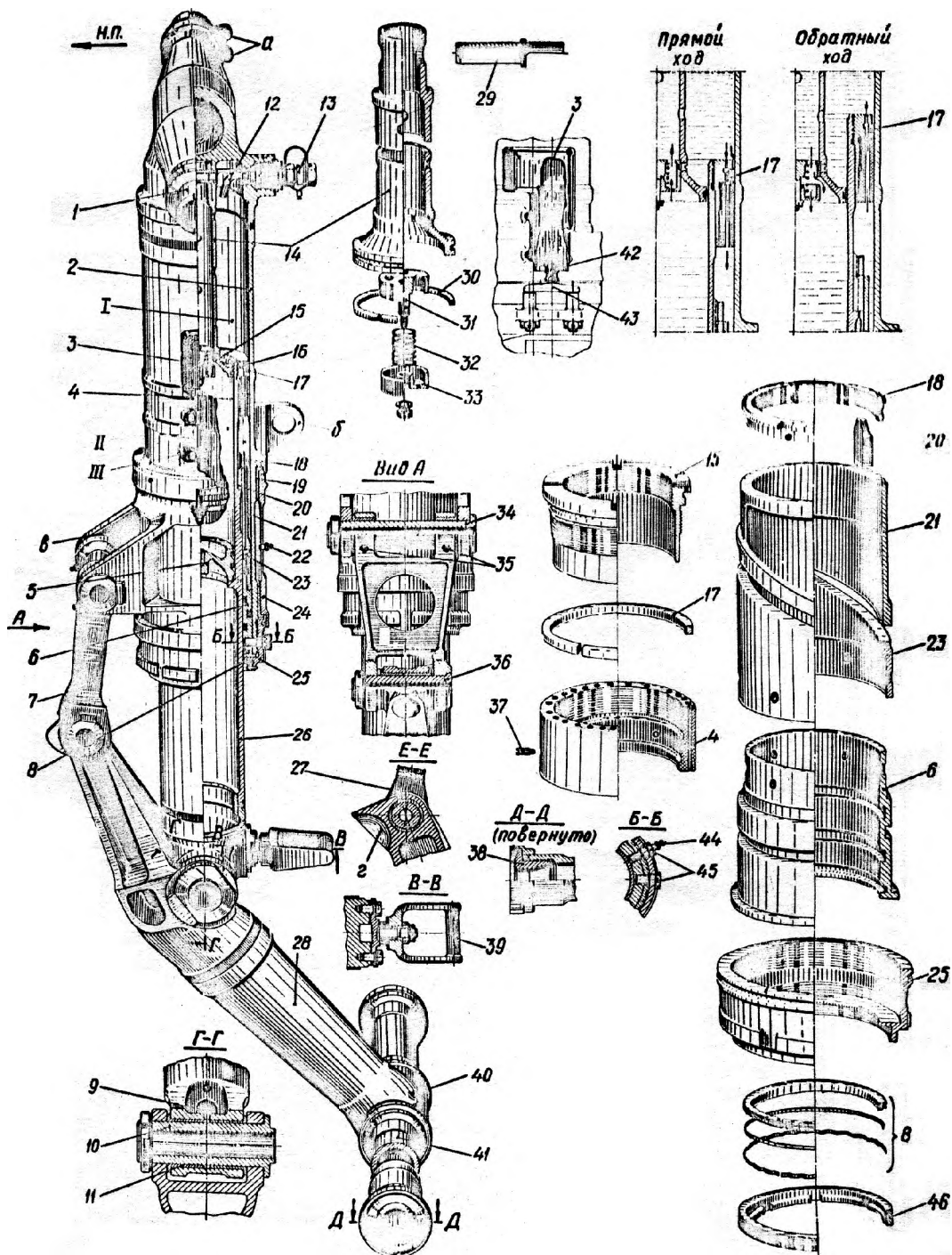


Рис. 4.14 Рычажная амортистойка передней стойки шасси Ми-24А [13]:

1-ось крепления амортистойки к узлам на фюзеляже; 2-цилиндр; 3-микровыключатель; 4-верхняя буска; 5-дно; 6-нижняя буска; 7-звено; 8-обтюратор; 9,22,27,35,44-масленки; 10-шарнирный болт; 11,19-бронзовые втулки; 12-трубка ограничения заливки жидкости; 13- зарядный клапан; 14-плунжер; 15-фиксирующий штифт; 16-гайка; 17-кольцо-клапан; 18-гайка; 20-шпонка; 21-верхний фиксатор; 23-нижний фиксатор; 24-поворотная муфта; 25-накидная гайка; 26-шток; 28-рычаг; 29-палец; 30-поршневое кольцо; 31-фасонная гайка; 32-пружина; 33-клапан; 34,30-шарнирные болты; 37-штифт; 38-гайка крепления колеса; 39-серьга подвески стойки на замок; 40,45-стопорные болты; 41-ось крепления колес; 42-толкатель; 43-кулачок; 44-гайка крепления обтюратора. I,II,III - рабочие камеры. а - проушины для крепления качалки управления створками; б - проушина для крепления складывающегося подкоса; в - проушины для крепления звена шлиц-шарнира; г - гнездо под домкрат.

Главная стойка шасси вертолета Ми-24А (см. рис. 4.15) состоит из пирамидальной фермы, механизма уборки и выпуска и одного колеса. Пирамидальная ферма, которая включает в себя рычаг 3, раму 10 и амортизатор 2.

Рычаг 3 V-образной формы сварен из двух (передней и задней) хромансильевых труб и нижнего переходника. Последний имеет раструб, в который вставлена ось крепления колеса. Обе трубы рычага используются как баллоны для сжатого воздуха общей емкостью 3 л. На нижнем переходнике имеются ухо (см. вид Г) для крепления амортизатора 2, ухо 43 для буксировочного тросового приспособления и серьга 42 под замок убранного положения ноги. Треугольная рама 10 сварена из хромансильевых труб и переходников и имеет узлы, к которым крепится пустотелыми болтами амортизатор 2, V-образный рычаг 3 и складывающийся подкос.

Механизм уборки и выпуска главной стойки шасси состоит из складывающегося подкоса, гидроцилиндра уборки и выпуска 9, замка 45 убранного положения и механизма управления створками. Складывающийся подкос включает в себя верхнее 7 и нижнее 6 звенья, а также кардан 8. Верхнее звено посредством уха соединено болтом с карданом 8, который в свою очередь крепится болтом к узлу на фюзеляже. Нижнее звено подкоса крепится болтом к раме 10 пирамиды шасси. Гидроцилиндр уборки и выпуска 9, главной ноги шасси по конструкции и принципу работы аналогичен гидроцилиндру уборки и выпуска передней стойки за исключением того, что упорный вкладыш расположен в противоположном конце гидроцилиндра.

Для устранения возможности случайной уборки шасси на земле имеется система блокировки, эта система состоит из микровыключателя 38 работающего совместно с толкателем и скобы 30. Микровыключатель и толкатель размещены в корпусе, которые двумя хомутами 33 крепятся к оси 5 рамы 10 пирамидальной фермы. На корпусе шарнирно укреплен скоба 39, которая опирается на стойку 40, установленную неподвижно на передней трубе рычага 3. В наземных условиях при выпущенном шасси контакты микровыключателя 38 разомкнуты, поэтому электроцепь не может сработать на уборку

шасси. При отрыве вертолета от земли и разгрузке шасси, рычаг 3 повернется по часовой стрелке вокруг центра, а стойка 40 нажмет на скобу 39. Одновременно контакты микровыключателя сомкнутся, и электроцепь будет подготовлена для срабатывания на уборку шасси. Каждая главная стойка имеет регулировочный узел с качающейся серьгой 42, позволяющей стойке шасси без усилий точно становиться на замок убранного положения.

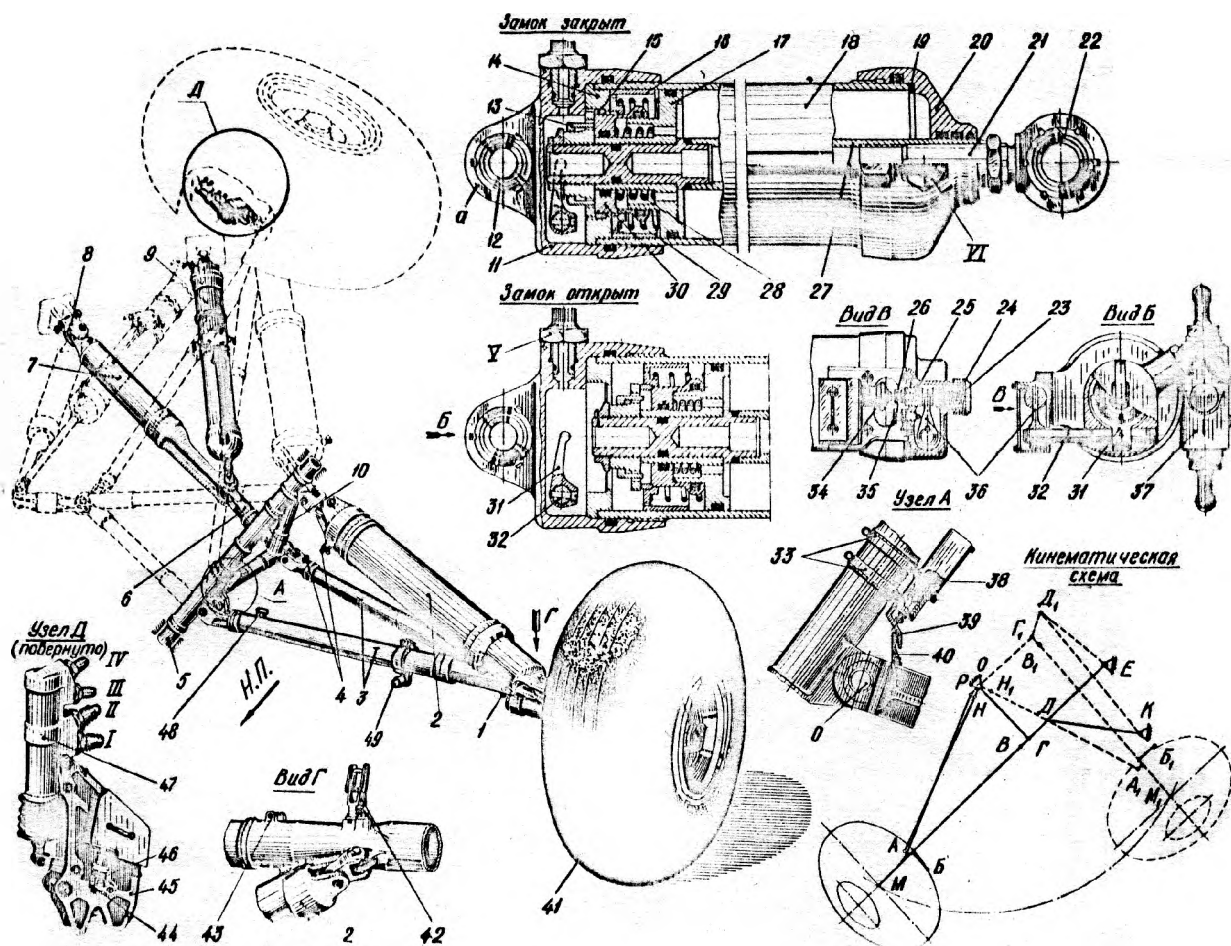


Рис. 4.15 Главная стойка шасси с механизмом уборки и выпуска вертолета Ми-24А [13]:

1-сливной штуцер; 2-амортизатор; 3-рычаг; 4-зарядные клапаны; 5-ось; 6-нижнее звено складывающегося подкоса; 7-верхнее звено складывающегося подкоса; 8-кардан; 9-гидроцилиндр уборки и выпуска; 10-рама; 11,20-крышки; 12,22-шарнирные подшипники; 13-толкатель; 14-упорный вкладыш; 15-замковое кольцо; 16-распорная втулка; 17-поршень; 18-цилиндр; 19-регулировочная шайба; 21-ушковый болт; 23-пружина толкателя; 24-колпачок; 25-толкатель; 26-нажимной винт; 27-шток; 28,29-пружины; 30-замковая втулка; 31-вилчатый поводок; 32-валик; 33-хомуты; 34-микровыключатель; 35-упорный винт; 36-рычаг; 37-челночный клапан; 38,46-микровыключатели; 39-скоба; 40-стойка; 41-колесо КТ135А 720х320; 42-серьга под замок убранного положения; 43-ухо для подсоединения буксировочного приспособления; 44-качалка с регулировочным болтом; 45-замок убранного положения; 47-цилиндр управления замком; 48-штуцер для подсоединения трубопровода воздушной системы вертолета; 49-сигнальный огонь; а - проушина. I, II - штуцера для подсоединения трубопроводов вспомогательной гидросистемы; III, IV - штуцера для подсоединения трубопроводов основной гидросистемы; V, VI - штуцера на гидроцилиндре уборки и выпуска главной стойки шасси.

Хвостовая опора вертолета Ми-24А (см. рис. 4.16) состоит из амортизатора 9, двух подкосов 10 и пяты 11.

Амортизатор включает в себя следующие основные части: цилиндр 19, шток 13, верхнюю 15 и нижнюю 17 буксы. В цилиндре движется шток 13, в верхней части которого приварена головка со штуцером под стандартный зарядный клапан 12. Все силовые детали амортизатора выполнены из хроманселевой стали. Работа амортизатора состоит в поглощении энергии удара хвостовой опоры о землю путем создания гидравлического сопротивления при протекании жидкости через калиброванные отверстия.

Подкосы 10 изготовлены из дюралюминиевых труб, нижние концы которых прикреплены к стальному вильчатому узлу 1. Верхние концы подкосов крепятся к узлам на шпангоуте № 3 килевой балки посредством вклепанных в подкосы наконечников 6.

Пята 11 отштампована из сплава АК6 и крепится к вильчатому узлу 1 при помощи валика 3, установленного на втулках 4. Пружина 2 удерживает пяту повернутой под некоторым углом к горизонту для предотвращения зарывания ее при ударе о землю.

Обтекатели 5 хвостовой опоры выполнены отдельно для амортизатора и каждого подкоса. Каждый обтекатель изготовлен из пенопласта марки ПХВ-1 и в сечении имеет симметричный аэродинамический профиль. Для удобства монтажа обтекатель выполнен из двух половин, плоскость разъема которых проходит вдоль оси симметрии. Обе половины приклеиваются к амортизатору (подкосу) клеем и обтягиваются двумя слоями ткани.

Нижние концы подкосов вклепаны в стаканы узла 13 (см. рис. 4.17). Узел -стальной, сварной конструкции, кроме стаканов имеет ребро 8 для подсоединения амортизатора 2 через сферический подшипник 6 и болт 7, а также прилив с расточкой для шарнирного крепления пяты 12. Пята осью 10 соединена в узле на двух бронзовых втулках 11. Фиксация пяты обеспечивается рычажной пружиной 9, позволяющей удерживать пяту на переднем упоре узла.

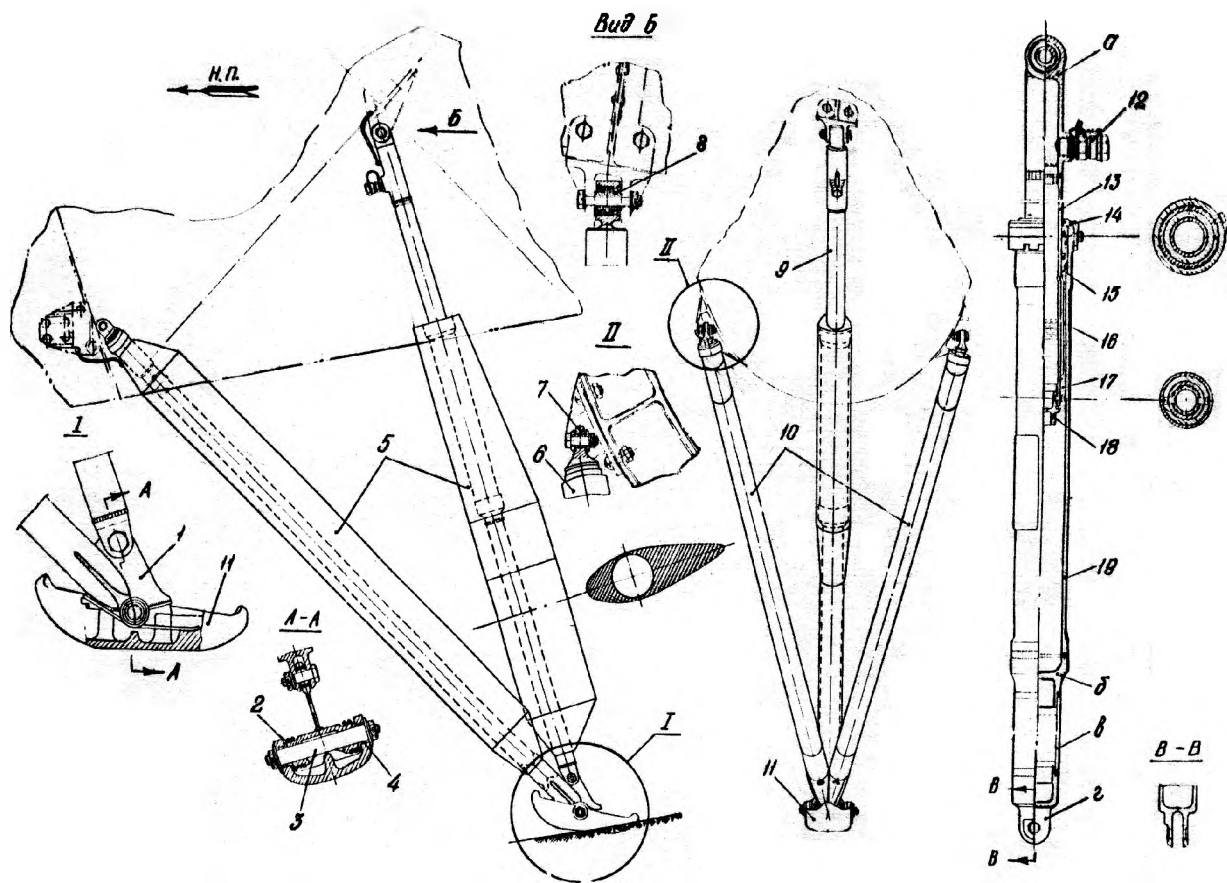


Рис. 4.16 Конструкция хвостовой опоры вертолета Ми-24А [13]:

1-вилочный узел; 2-пружина; 3-валик; 4-втулка; 5-обтекатели; 6-наконечник; 7-ушковый болт; 8-втулка с демпфирующими резиновыми кольцами; 9-амортизатор; 10-подкосы; II-пятя; 12-зарядный клапан; 13-шток; 14-накидная гайка; 15-верхняя букса; 16-разрезная втулка; 17-нижняя букса; 18-гайка; 19-цилиндр. а - головка; б - переходник с донышком; в - труба; г - ушковый наконечник.

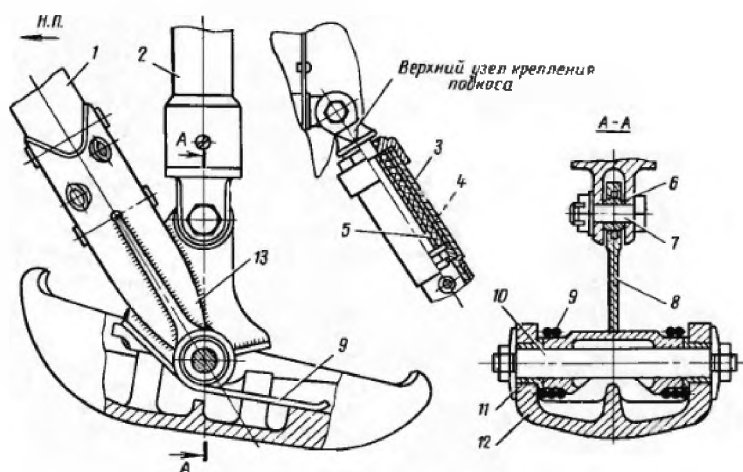


Рис. 4.17 Узлы хвостовой опоры вертолета Ми-24А [13]:

1- подкосы; 2- амортизатор; 3- наружная обойма; 4- резиновая втулка; 5- внутренняя обойма; 6-сферический подшипник; 7-болт; 8-ребро; 9-рычажная пружина; 10-ось; 11-бронзовые втулки; 12-пятя; 13-стаканы.

Балочная схема главного шасси (рис. 4.18,а) применяется, если компоновка планера вертолета позволяет отказаться от ферменной конструкции шасси, например, в балочном и ферменном шасси с вертикальной стойкой амортизатор воспринимает не только осевую, но и поперечные силы.

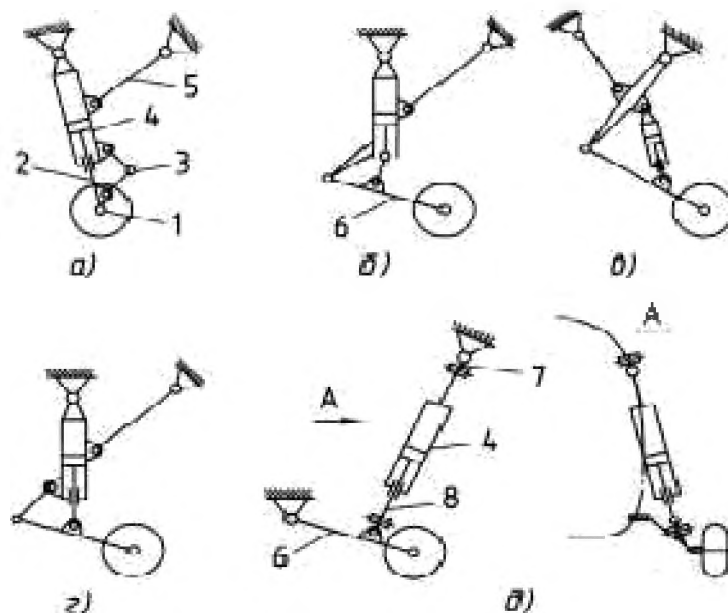


Рис. 4.18 Силовые схемы балочного и рычажного шасси [4]: а- балочная; б,в,г-рычажные; 1-ось колеса, 2-шток амортизатора, 3-шлиц-шарнир, 4-амортизатор, 5-подкос (или цилиндр уборки шасси), 6-рычаг, 7,8-карданные узлы.

Балочные стойки вертолетов Ми-28, Ка-26/226, "АНСАТ-У" выполняются в виде консольных или подкосных балок. Преимуществом таких стоек, в особенности консольных, является их компактность, однако при действии лобовых или боковых нагрузок их элементы работают в условиях нагружения большими изгибающими моментами и поэтому имеют сравнительно большую массу. Амортизатор, расположенный внутри стойки, также нагружается боковыми силами и изгибающими моментами. Это увеличивает износ его деталей и усложняет работу уплотнений. По этой причине в таких стойках используются амортизаторы с невысоким давлением газа, имеющие увеличенные габариты. Для уменьшения изгибающих моментов балочных стоек их подкрепляют подкосами в одной или двух плоскостях и используют рычажную подвеску колеса.

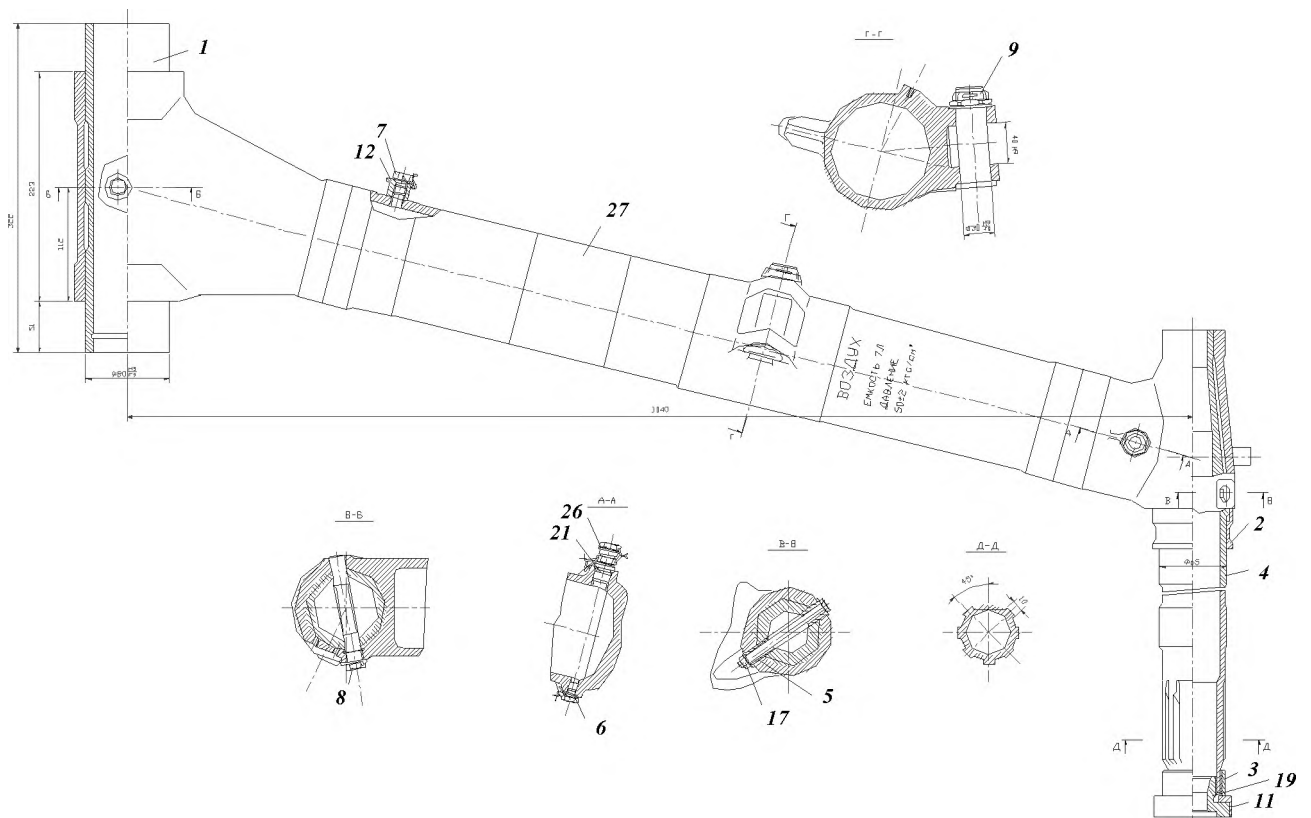
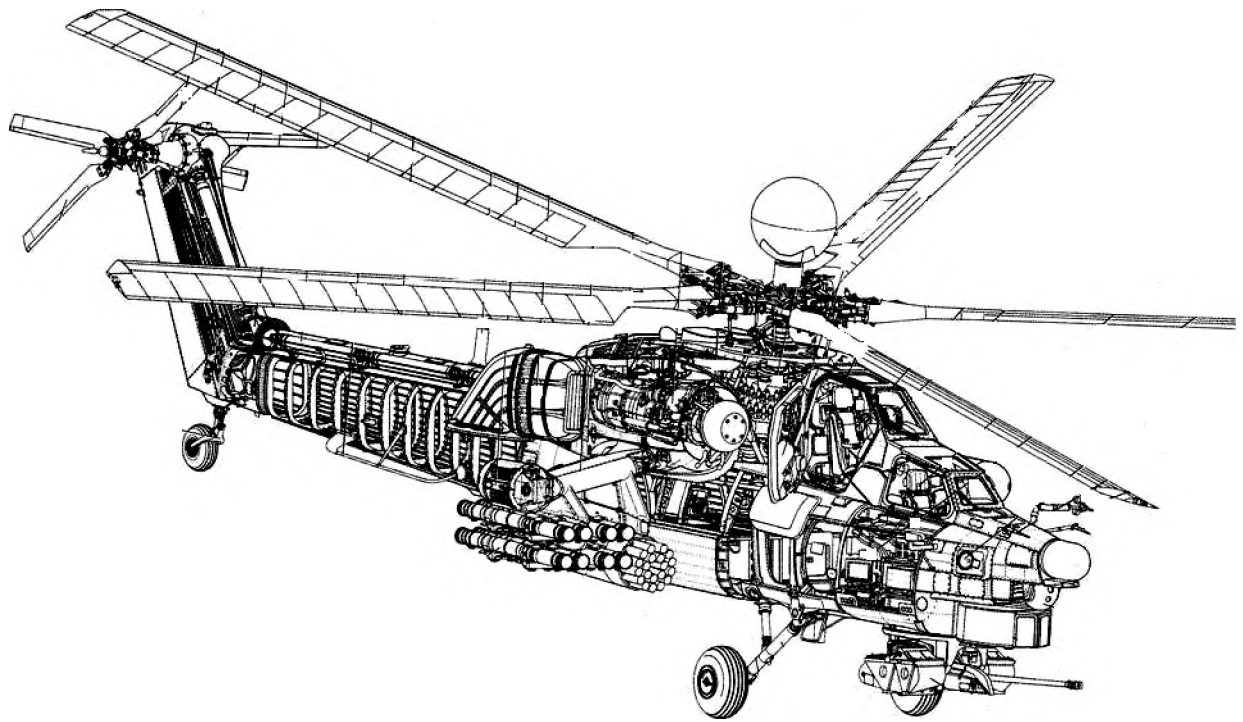


Рис. 4.19 Конструкция балочно-рычажного шасси и рычага вертолета Ми-28 [14]:

1- втулка шарнира крепления; 2- втулка; 3- гайка; 4- ось колеса; 5- штифт; 6- болт фиксации; 7- пробка; 9- ось крепления амортизатора; 11- стопорная втулка; 12- зарядный клапан; 17- гайка штифта; 19- кольцо; 21- шайба; 26- болт; 27- корпус рычага.

Поэтому стойка в верхней части нагружается большим изгибающим моментом. В целях разгрузки от момента стойку подкрепляют подкосами. В убираемом шасси подкосы являются одновременно элементами механизма уборки шасси. Для уменьшения размеров амортизатора при ограниченной высоте стойки шасси применяют рычажную подвеску колеса. Одно из основных преимуществ рычажной подвески колеса — смягчение лобовых ударов.

Рычажная стойка имеет несколько кинематических схем:

- амортизатор расположен внутри стойки - шток разгружен от поперечных и продольных нагрузок (рис. 4.18,б);
- амортизатор вынесен из стойки шасси и воспринимает только осевые нагрузки (рис. 4.18,в);
- амортизатор воспринимает осевую силу и изгибающий момент (рис. 4.18,г);
- амортизатор воспринимает только осевые нагрузки, рычаг не соединен со стойкой шасси и имеет отдельный узел крепления к фюзеляжу (рис. 4.18,д).

Схема часто используется для главных стоек неубирающихся шасси боевых вертолетов с хвостовым колесом. Для обеспечения требуемой колеи ось подвески рычага к стойке смещена вбок относительно узла крепления рычага к силовому элементу фюзеляжа.

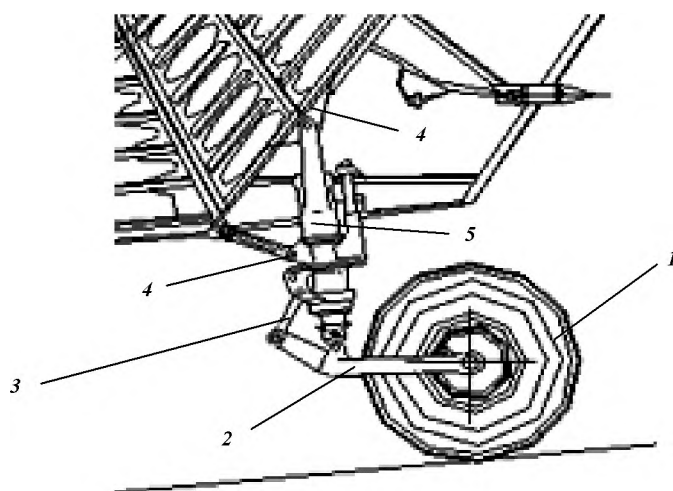


Рис. 4.20 Конструкция хвостовой стойки вертолета Ми-28 [14]:

1- колесо; 2- рычаг; 3- шлиц-шарнир; 4- узлы крепления амортизатора; 5- амортизатор.

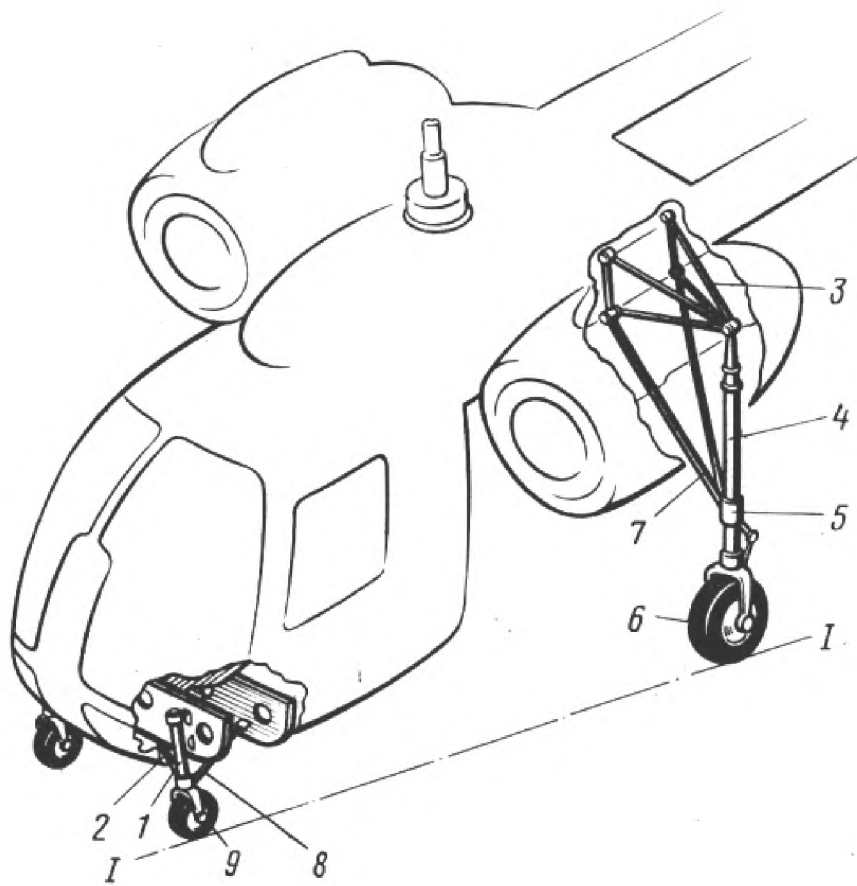
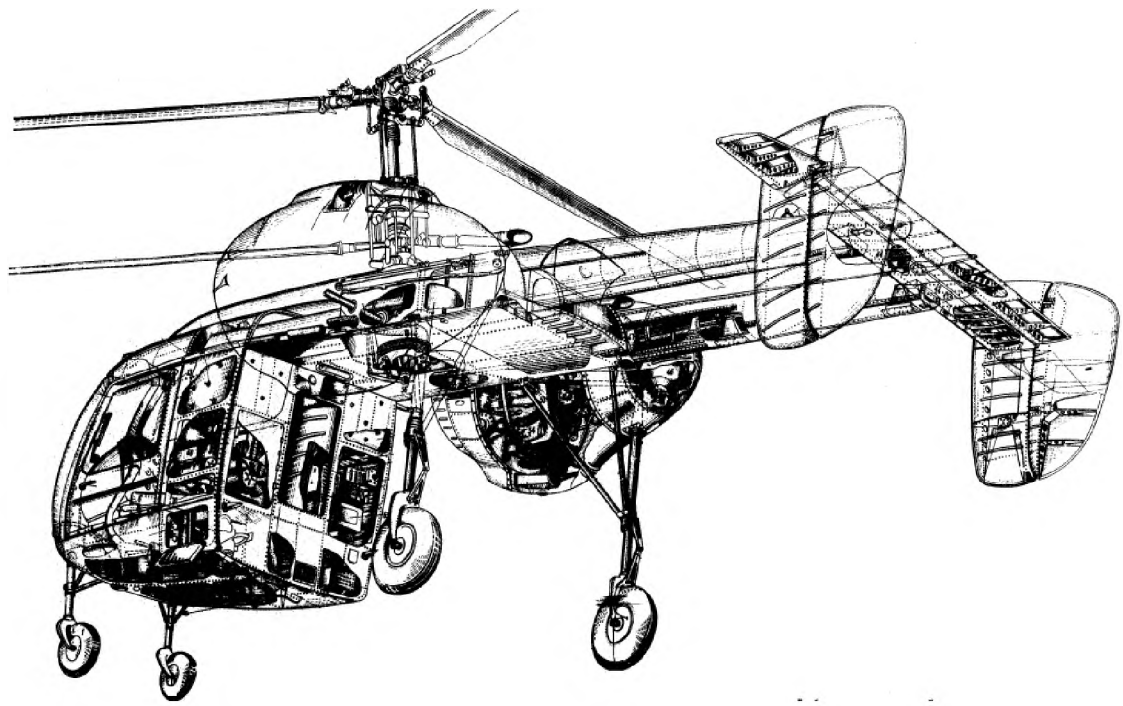


Рис. 4.21 Конструкция колесного шасси вертолета Ка-26 [3]:

1- передняя стойка; 2, 7, 8 - подкосы; 3- ферма крепления; 4- главная амортистойка шасси; 5- демпфер боковых перемещений; 6-основное колесо; 9-переднее колесо.

Конструкция колесного шасси соосного вертолета Ка-26 (см. рис. 4.21) выполнено четырехстоечным, для уменьшения вероятности заваливания наборов при рулении, посадке и взлете вертолета. Оно состоит из двух передних 1 и двух главных опор 4. Центр масс соосного вертолета из-за длинной колонки винтов располагается высоко, что увеличивает боковую неустойчивость вертолета при движении по земле. Пневматики колес 6,9 осуществляют амортизацию в случае, если на стойку действует усилие меньше, чем сила страгивания штока амортизатора.

При проектировании амортизационных стоек передней и главной опор шасси Ка-26 особое внимание было уделено вопросу существенного увеличения демпфирования, создаваемого амортизационными стойками при возникновении на вертолете колебаний типа «земной резонанс». Для этой цели применены амортизационные стойки с большим ходом штока и максимально сниженным усилием страгивания, что обеспечивает включение их в работу, а следовательно, и появление демпфирования практически в момент касания колесами земли. Дополнительное демпфирование поперечных колебаний вертолета осуществляется специальными демпферами 5 главных опор шасси. Увеличению демпфирования способствует также снижение сухого трения в амортизационных стойках благодаря применению капролоновых боек вместо бронзовых.

Для обеспечения изменения направления движения вертолета при движении по земле колеса передних стоек опор шасси выполнены самоориентирующимися. В полете они автоматически устанавливаются в направлении полета, что улучшает условия посадки вертолета с пробегом. Для сокращения длины пробега при посадках с поступательной скоростью и удерживания вертолета на наклонных площадках во время стоянки на главных опорах шасси применены колеса с пневматическими колодочными тормозами. Невысокое давление воздуха в шинах колес позволяет эксплуатировать вертолет на посадочных площадках с низкой удельной прочностью грунта.

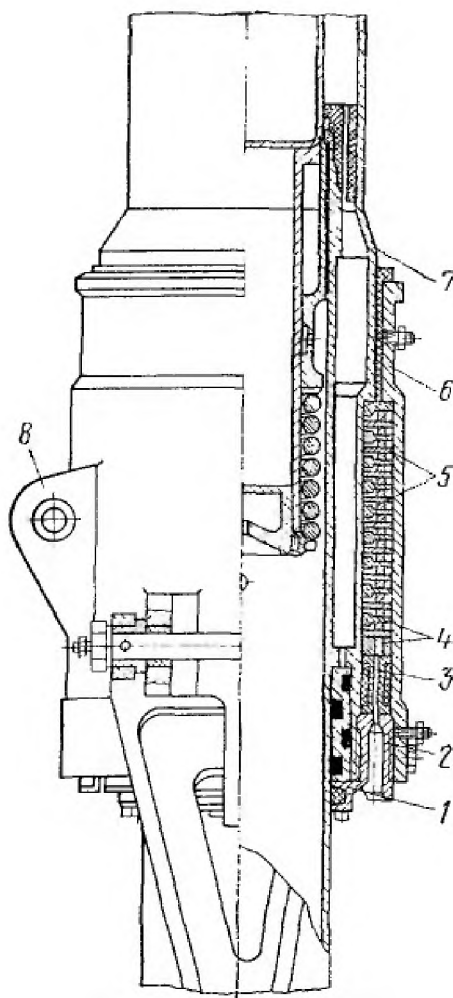
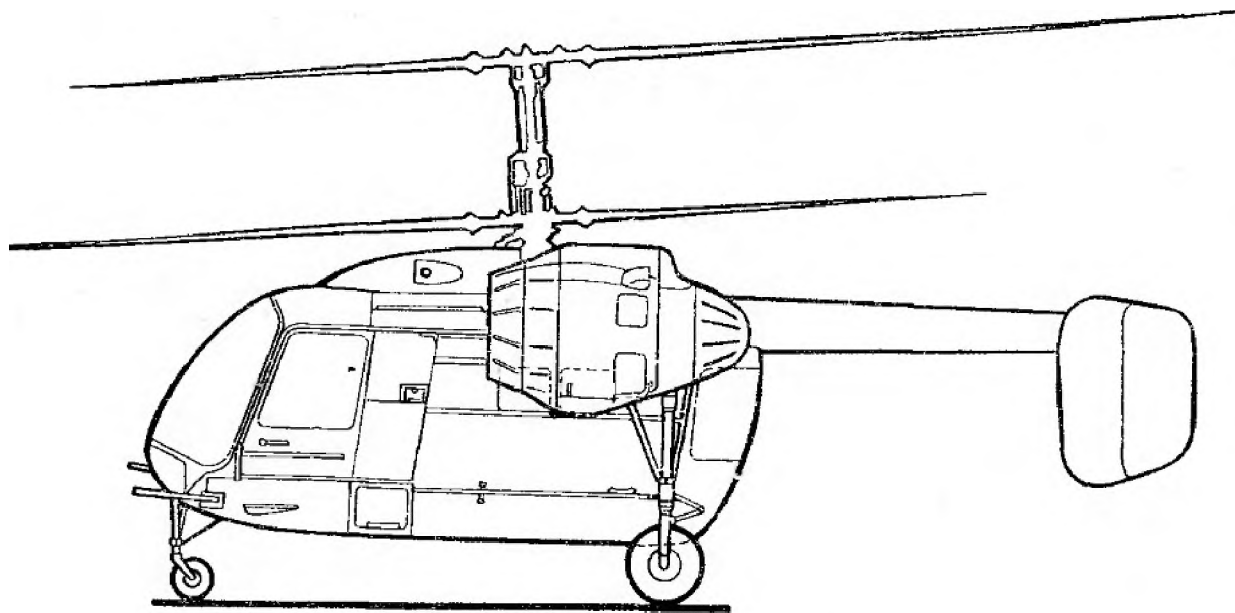


Рис. 4.22 Демпфер боковых перемещений основной стойки Ка-26 [3]:

1-штифт; 2- регулировочная втулка; 3- бусса; 4- шайбы; 5- резиновые амортизационные кольца; 6- корпус демпфера; 7-подкос стойки; 8- пружина.

Демпфер боковых перемещений (см. рис. 4.22) имеет пакет из чередующихся шайб: шайб 5 с привулканизированными резиновыми кольцами и ступенчатых шайб 4. Снизу пакет опирается на буксу 3 с приклеенными текстолитовыми кольцами. Букса имеет отверстия для смазки. Пакет с шайбами 5 и 4 и букса 3 затянуты гайкой 1. Сверху пакет упирается в буртик цилиндра 7. Пакет заключен в корпус и затянут в нем гайкой 2. На корпусе имеется проушина 8 для крепления подкоса.

Относительное перемещение цилиндра 7 амортизационной стойки и корпуса 6 демпфера вызывает сжатие резиновых колец шайб 5 и торможение этого перемещения.

Главная опора шасси вертолета Ка-26 (см. рис. 4.21) состоит из вертикально установленной амортизационной стойки 4 с тормозным колесом 6, сварной фермы 3 и подкоса 7. Ферма 3 крепится к четырем комбинированным узлам на наружных продольных балках центрального отсека фюзеляжа. Амортизационная стойка главной опоры верхним узлом крепится к вилке фермы 3, а нижним узлом, расположенным на корпусе демпфера 5, с помощью подкоса 7 - к нижним узлам на наружных продольных балках центрального отсека фюзеляжа.

Крепление амортизационной стойки с фермой 3 и подкосом 7, а также подкоса с узлами на наружных продольных балках центрального отсека осуществляется с помощью шарнирных болтов. Ферма 3 главной опоры шасси сварной конструкции состоит из четырех тонкостенных хромансильевых труб. С одной стороны в трубы вварены вилки и ушки для крепления к узлам на наружных продольных балках центрального отсека, а с другой - трубы фермы сварены в единый узел с вилкой для крепления амортизационной стойки. Подкос 7 главной опоры шасси сварной конструкции состоит из двух хромансильевых труб. С одной стороны в трубы подкоса вварены вилки для крепления к нижним узлам на наружных продольных балках центрального отсека. С другой стороны трубы подкоса сварены в единый узел с вилкой для крепления к нижнему узлу амортизационной стойки.

Амортизационная стойка главной опоры шасси Ка-26 (рис. 4.23)

состоит из следующих основных частей: цилиндра 10, удлинительного конуса 5, плунжера 9, штока 30, корпуса демпфера 15, верхнего 29 и нижнего 33 звеньев шлиц-шарнира, вилки колеса 35 и колеса с шиной 42, установленного на оси 38. Цилиндр 10 выполнен из хроманселевой трубы, к которой приварен штуцер 49 с резьбовым отверстием под стандартный зарядный клапан 48. На цилиндре установлен трафарет с указанием марки заливаемой рабочей жидкости, давления зарядки амортизационной стойки азотом и давления зарядки шины воздухом. Дюралевый удлинительный конус 5 крепится к цилиндру 10 двумя болтами 6. В верхнюю расточку удлинительного конуса вставлен стальной стакан 4 с узлом для крепления амортизационной стойки к ферме и ухом крепления тяги боковой штанги опрыскивателя. В целях повышения износостойчивости рабочей поверхности узла крепления амортизационной стойки на стакане 4 в отверстие под шарнирный болт запрессованы бронзовые втулки 1 с винтовыми канавками для обеспечения смазки трущихся поверхностей. Стакан 4 крепится к конусу 5 двумя болтами 2.

Для обеспечения безлюфтовой фиксации цилиндра 10, конуса 5 и стакана 4 относительно друг друга в отверстия под болты 6 и 2 установлены стальные конические втулки 3. Плунжер 9 выполнен из дюралевой трубы с двумя цилиндрическими рабочими поверхностями, которые подвергаются твердому анодированию. На рабочей поверхности большего диаметра имеется шесть равномерно расположенных по окружности продольных пазов для перетекания гидросмеси и двенадцать отверстий для сообщения полостей амортизатора между собой. В верхнюю часть трубы плунжера ввернут стальной стакан 7, а в нижнюю - дюралевое дно 21 с профилированным отверстием для перетекания гидросмеси. Шток 20 представляет собой стальную хроманселевую трубу с хромированной рабочей поверхностью. На наружной поверхности штока имеется бурт, ограничивающий выход штока из цилиндра 10, и проточка, на которую посажен стакан 47 с вилкой 35, зафиксированный от осевых перемещений ушковым болтом 46.

Во внутренней полости штока установлено дюралевое дно 32, опирающееся на кольцевой бурт. В две кольцевые канавки дна штока установлены резиновые уплотнительные кольца 31, обеспечивающие герметичность соединения. К стакану 47 приварена вилка колеса 35, состоящая из двух сваренных между собой штампованных из листовой стали половин. На концах вилки вварены узлы 36 для крепления оси колеса 38. К передней верхней части вилки приварен кронштейн 34 для крепления нижнего звена шлиц-шарнира 33. Направляющими для штока при его движении внутри цилиндра является верхняя капролоновая букса 11 с двенадцатью отверстиями, равномерно расположенными по окружности, и нижняя бронзовая букса 26. Во внутренние и наружные кольцевые канавки буксы установлены уплотнительные пакеты 25, состоящие из резиновых и фторопластовых колец. Нижняя букса 26 закреплена в цилиндре 10 от осевых перемещений стальной гайкой 23. Для уплотнения места входа трубы плунжера 9 во внутреннюю полость штока 30 в кольцевую проточку капролоновой буксы 11 установлено плавающее в ней бронзовое поршневое кольцо 12, которое при работе амортистойки центрируется и перемещается по поверхности плунжера 9. В нижней части трубы плунжера установлены дюралевая распорная втулка 14 и разгрузочная пружина 19.

Для исключения появления надиров и рисок на трубе плунжера при работе амортизационной стойки в проточки внутренних рабочих поверхностей распорной втулки 14 запрессованы фторопластовые втулки 17. Нижний торец пружины 19 опирается через шайбу 20 на буртик дна плунжера 21, а верхний торец (при полностью выпущенном штоке амортистойки) - через втулку 14 и шайбу 13 на верхнюю буксу 11. Верхний торец пружины 19 через внутренний торец распорной втулки 14 при обжатию штока упирается в трубу плунжера 41. В нижней части цилиндра 10 смонтирован демпфер боковых перемещений, состоящий из пакета шайб 18 с привулканизированными с двух сторон резиновыми кольцами и ступенчатых дюралевых шайб 22. Шлиц-шарнир состоит из штампованных из алюминиевого сплава нижнего

33 и верхнего 29 звеньев, которые с одной стороны крепятся к узлу 34 на вилке колеса и к проушине корпуса демпфера, а с другой стороны — между собой. Звенья имеют уши для установки выключателя амортизатора. Соединения звеньев шлиц-шарнира осуществлены хромансильевыми шарнирными болтами с пресс-масленками. Ось 38 с колесом и шиной устанавливается в узлы 36 вилки 35 и крепится с помощью четырех болтов 37.

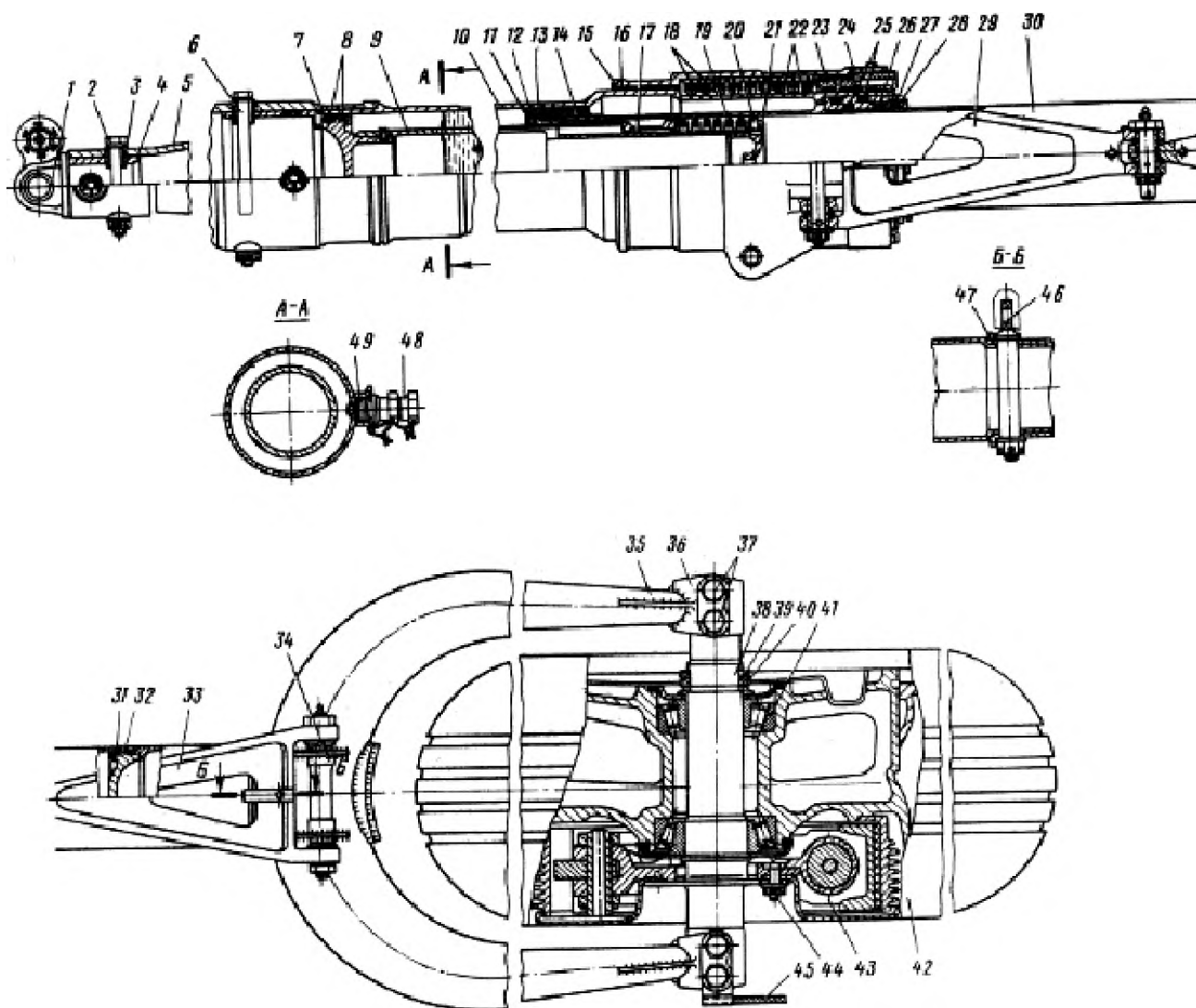


Рис 4.23 Амортизационная стойка главной опоры шасси вертолета Ка-26 [3]:

1- втулка; 2- болт; 3- втулка; 4- верхний стакан; 5- конус; 6- болт; 7- стакан плунжера; 8- уплотнительное кольцо; 9- плунжер; 10- цилиндр; 11- верхняя буска; 12- кольцо поршневое; 13- шайба; 14- распорная втулка; 15- корпус демпфера; 16- втулка; 17- втулка фторопластовая; 18- шайбы с резиновыми кольцами; 19- пружина; 20- шайба; 21- дно плунжера; 22- ступенчатые шайбы; 23- буска демпфера; 24- гайка демпфера; 25- уплотнительные пакеты; 26- нижняя буска; 27- гайка цилиндра; 28- сальник; 29- звено шлиц-шарнира верхнее; 30- шток; 31- уплотнительное кольцо; 32- дно штока; 33- звено шлиц-шарнира нижнее; 34- кронштейн; 35- вилка; 36- узлы вилки; 37- болты; 38- ось; 39- контргайка; 40- гайка; 41- ролик подшипники; 42- шина колеса; 43- тормоз колеса; 44- болт; 45- трос заземления; 46- ушковый болт; 47- стакан вилки; 48- зарядный клапан; 49- штуцер.

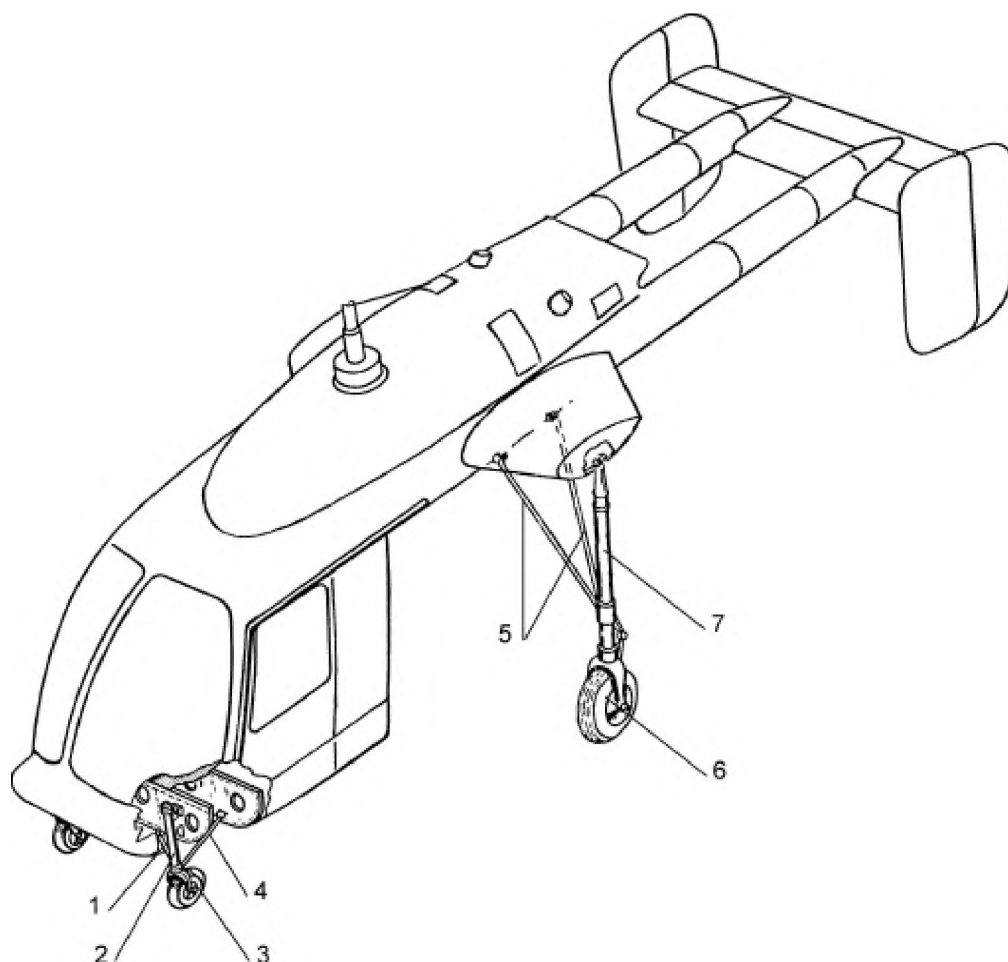


Рис. 4.24 Компоновка колесного неубирающегося шасси вертолета Ка-226А [16]:

1- боковой подкос передней опоры. 2-амортизационная стойка передней опоры, 3-колесо передней опоры. 4- задний подкос передней опоры, 5-подкосы основных опор, 6-колесо основной опоры, 7-амортизационная стойка основной опоры.

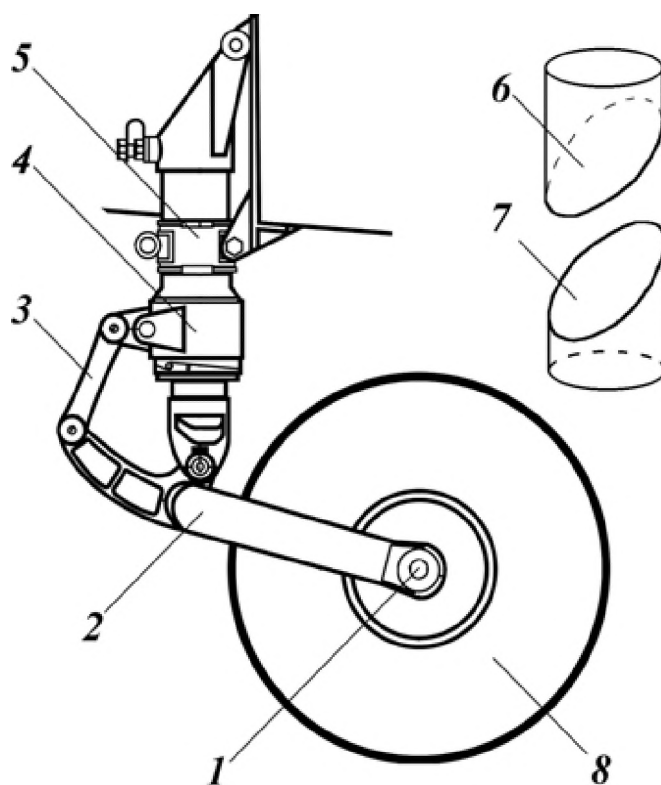


Рис. 4.25 Передняя опора шасси вертолета KB3 "АНСАТ-У" [9]:

1 - ось; 2 – вилка; 3 – звено; 4 – поворотная втулка; 5 – амортизатор жидкостный; 6 – подвижный кулачок; 7- неподвижный кулачок; 8 – колесо 44-1; 9 – нижний кронштейн крепления передней опоры к шпангоуту №2; 10 - верхний кронштейн крепления передней опоры к шпангоуту №2; 11 – зарядный штуцер амортизатора передней опоры.

На новом вертолете Казанского вертолетного завода "АНСАТ-У" применили трехстоечное колесное шасси.

Передняя опора шасси вертолётa "АНСАТ - У" (см. рис. 4.25) представляет собой рычажную стойку, которая, в совокупности с колесами, предназначена для поглощения энергии удара при посадке вертолета, для гашения колебаний типа "земной резонанс". Передняя опора шасси снабжена устройствами для установки колес в линию полета при снятии с них нагрузки и крепится к шпангоуту №2 фюзеляжа в двух точках.

Передняя опора шасси состоит из: амортизатора 5, рычага с вилкой 2, звена 3, оси 1, поворотной втулки 4 и колеса 8. Рычажная подвеска колес позволяет воспринимать вертикальные и передние удары, улучшает самоориентирование колес за счет их выноса, обеспечивает более мягкую амортизацию за счет большего хода колес при малом ходе штока амортизатора.

Рычаг с вилкой крепится к штоку амортизатора и через звено к поворотной втулке. Внизу рычага приварена вилка колеса. В средней части рычага расположено сферическое гнездо, используемое для установки подъемника при замене колес. Поворотная втулка установлена на цилиндре амортизатора, монтируется на двух бронзовых втулках, выполняющих роль подшипников скольжения, и фиксируется гайкой.

Для самоориентации в направлении руления вертолета ось колеса смещается назад относительно оси стойки. После взлета колесо устанавливается в линию полета для уменьшения лобового сопротивления и обеспечения безопасной посадки по-самолётному. С этой целью на штоке и цилиндре амортизатора устанавливается *кулачковый механизм*. Верхний подвижный профилированный кулачок 6 крепится на штоке амортизатора, а нижний неподвижный 7 в цилиндре. При обжатом амортизаторе кулачки выходят из соприкосновения друг с другом, и шток может свободно поворачиваться в цилиндре, обеспечивая разворот колеса. При выходе штока кулачки скользят друг по другу своими наклонными торцами, при этом шток поворачивается так, чтобы его кулачок занял крайнее нижнее положение. В результате коле-

со устанавливается в линию полета. Недостатком применения такого механизма является склонность к самовозбуждающимся колебаниям, получившим название “шимми”. Колебания сопровождаются значительными деформациями изгиба и закручивания пневматика, поворотами колеса относительно оси стойки и интенсивным изгибом стойки в поперечном направлении. В результате может произойти срыв пневматика, и даже разрушение стойки. Простейшим способом демпфирования колебаний является применение спаренных колес, жестко соединенных между собой общей осью. При колебаниях стойки колеса движутся по траекториям различной длины, поэтому одно из них обязательно проскальзывает. За счет работы сил трения при проскальзывании происходит рассеивание энергии колебаний, но появляется повышенный износ пневматиков.

Основные опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" (см. рис. 4.26) – рычажно-балочного типа, расположены с обеих сторон фюзеляжа у Шп. №6. Каждая опора состоит из амортизационной стойки 2, рычага б, тормозного колеса 1 типа КТ 217 и деталей крепежа. Рычаг б шарнирно крепится к кронштейнам фюзеляжа на шпангоуте №6. От осевого перемещения рычаг удерживается с одной стороны буртом, а с другой стороны стопорной шайбой и гайкой. Рычаг б сварной конструкции выполнен из стали 30ХГСА. На рычаге крепится колесо при помощи шайбы и гайки. Тормоз колеса крепится к фланцу рычага б при помощи болтов.

Амортизатор 2 предназначен для поглощения энергии удара при посадке вертолета и для демпфирования колебаний, предотвращая явление "земного резонанса", при передвижении по земле. Амортизатор крепится в нижней точке к рычагу, а в верхней точке к кронштейну 3 фюзеляжа болтами.

Колесо 1 основной опоры шасси смонтировано на оси наконечника рычага на двух роликовых подшипниках и затягивается гайкой, которая контролируется контрольной шайбой. Роликовые подшипники с внутренней стороны упираются в выступы колеса, с наружной стороны фиксируются втулками и с обеих сторон колеса закрываются шайбами с уплотнительными кольцами.

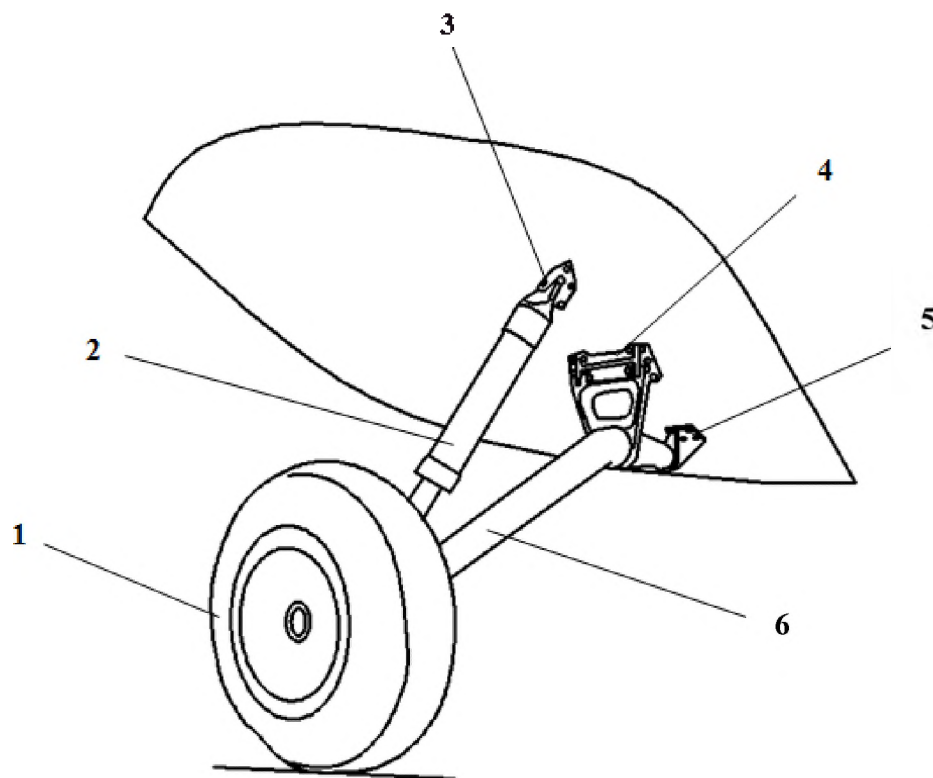


Рис. 4.26 Конструкция основной стойки вертолета "АНСАТ-У":

1 – пневматик; 2 – амортизатор; 3 – кронштейн крепления амортизатора; 4, 5 – кронштейн крепления рычага; 6 – рычаг.

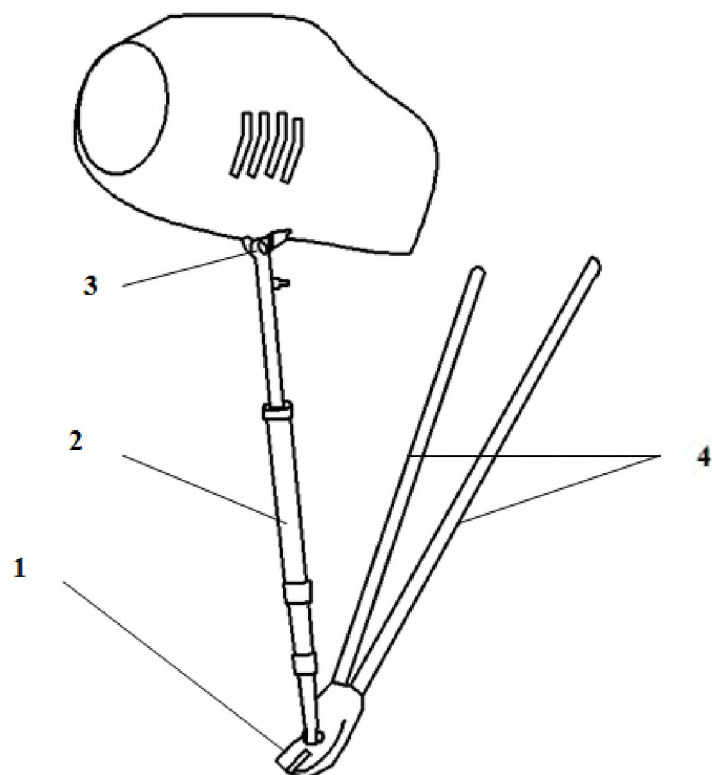


Рис. 4.27 Конструкция хвостовой опоры вертолета "АНСАТ-У":

1- пята; 2- амортизатор; 3-кронштейн крепления амортизатора; 4- подкосы.

Хвостовая опора вертолета "АНСАТ-У" (см. рис. 4.27) предназначена для предохранения рулевого винта от касания о грунт при посадке с предельными углами тангажа и амортизации удара хвостовой опоры о землю.

Хвостовая опора выполнена в виде пространственной фермы, состоящей из двух трубчатых подкосов 4, амортизатора 2 и опорной пяты 1.

Подкосы нижними концами связаны между собой пятой и верхними наконечниками крепятся шарнирно к хвостовой балке у Шп. №10 при помощи вильчатой оси, кронштейнов и втулок. Амортизатор шарнирно крепится к опорной пяте и к кронштейну 3 на хвостовой балке у шп.№13 с помощью втулки. Подкосы изготовлены из дюралюминиевых труб, нижние концы которых прикреплены к стальному вильчатому узлу наконечника пяты.

Стойка главной опоры двухколесного шасси тяжелого вертолета Ми-26 (см. рис. 4.28) выполнена неубирающейся по рычажно-балочной схеме с креплением к узлам силовых шпангоутов №15 и №17 фюзеляжа. Имеет по одному тормозному (внешнему) колесу КТ140Д-3 и по одному нетормозному колесу КТ140Д-070 размерами 1120х450 мм. Особенностью стойки является возможность изменять клиренс вертолета.

Конструкцию ползкового шасси легкого вертолета можно рассмотреть на примере **ползкового шасси вертолета MD-900 Explorer (США)**, приведенную на рис. 4.29. Основными частями конструкции являются ползки 7, на которые опираются через стойки с узлами крепления 1,2,6 силовые передняя и задняя рессоры 5, 13 в виде тонкостенных металлических труб с узлами крепления 4, 12 их к шпангоутам фюзеляжа. При этом в местах контакта труб рессор и хомутов узлов крепления вставляют втулки 14.

Задние стойки имеют жидкостно-газовые амортизаторы 11 для восприятия посадочных нагрузок и гашения колебаний типа "земной резонанс".

Ползки имеют узлы 9,10 навески и крепления буксировочного колеса, что дает возможность производить буксировку вертолета по аэродрому. Также ползки имеют накладку 3 и подножку 8.

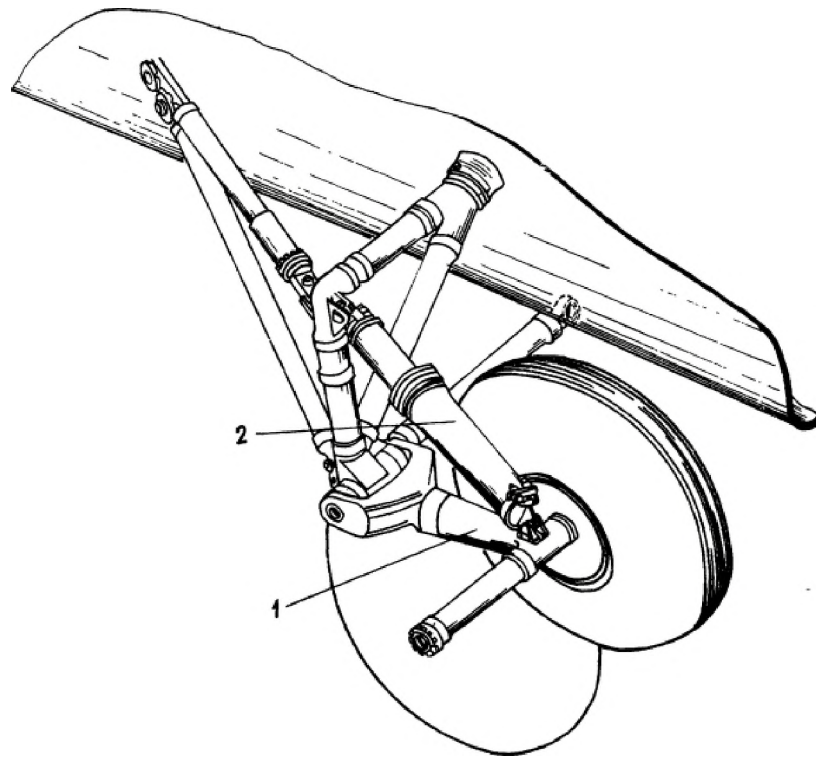


Рис. 4.28 Конструкция основной стойки тяжелого вертолета Ми-26 [17]:

1- рычаг; 2- амортизатор.

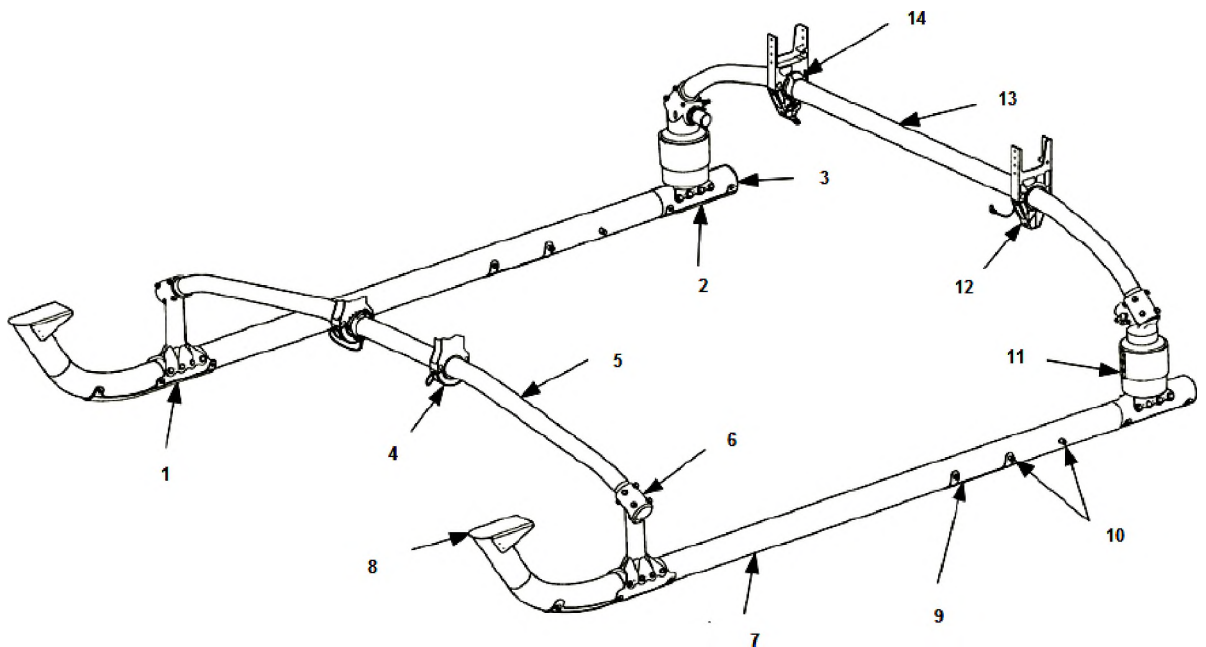


Рис. 4.29 Конструкция ползкового шасси легкого вертолета MD-900:

1-переднее крепление ползка; 2-заднее крепление ползка; 3-накладка; 4-переднее крепление рессоры; 5-передняя рессора; 6-крепление стойки; 7-ползок; 8-подножка; 9,10-узлы крепления буксировочного колеса; 11-амортизатор; 12-задний узел крепления рессоры; 13-задняя рессора; 14-втулка.

5. Требования к опорным элементам. Типы пневматиков и их подбор. Конструкция колес передней и главной стоек вертолетов.

Для того чтобы вертолет мог продвигаться по грунтовой взлетно-посадочной площадке глубина колеи колеса h_k не должна превышать 6..8 см.

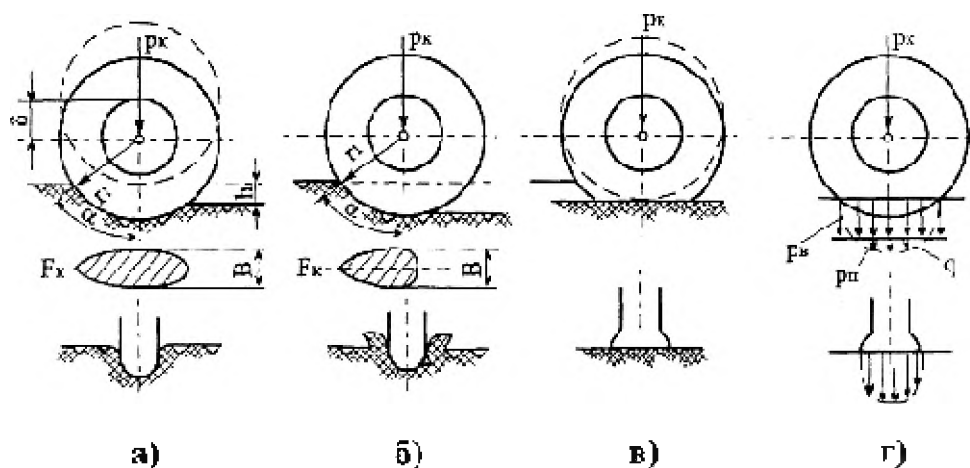


Рис. 5.1 Определение глубины колеи колеса и давления его на грунт [3]: P_k - давление на грунт от пневматика, B_k, D_k - ширина и диаметр колеса.

На вертолетах применяются баллонные пневматики, полубаллонные и пневматики высокого давления. Выбор типа пневматика зависит от условий эксплуатации вертолета. Баллонные пневматики имеют низкое начальное давление (до 0,3 МПа), поэтому отличаются высокой проходимостью. Однако колеса с небольшими давлениями имеют относительно большие размеры и массу. Кроме того, вертолет с пневматиками низкого давления при движении по рыхлому, неплотному грунту вместо руления может совершать подлеты.

Поэтому на вертолетах часто используют колеса с пневматиками полубаллонного типа с давлением 0,5...0,6 МПа. Колеса с пневматиками высокого давления, а также арочные колеса имеют большую жесткость и применяются на вертолетах палубного базирования.

При рулении, разбеге и пробеге за счет тяги НВ основные опоры шасси разгружаются, поэтому наибольшие нагрузки $P_k^{ст}$ действуют при буксировке и стоянке вертолета.

№ группы	Наименование группы	Давление в пневматике, Па
I	Сверхнизкого давления	$(2,5...3,5) \cdot 10^5$
II	Низкого давления	$(3,5...6,5) \cdot 10^5$
III	Высокого давления	$(6,5...10) \cdot 10^5$
IV	Сверхвысокого давления	$10 \cdot 10^5$

Подбор пневматиков колесного шасси осуществляется из расчета стоя-
 ночной нагрузки на стойку $P_{ст_кол}$, и по значению этой нагрузки подбирают
 пневматик колеса из каталога.

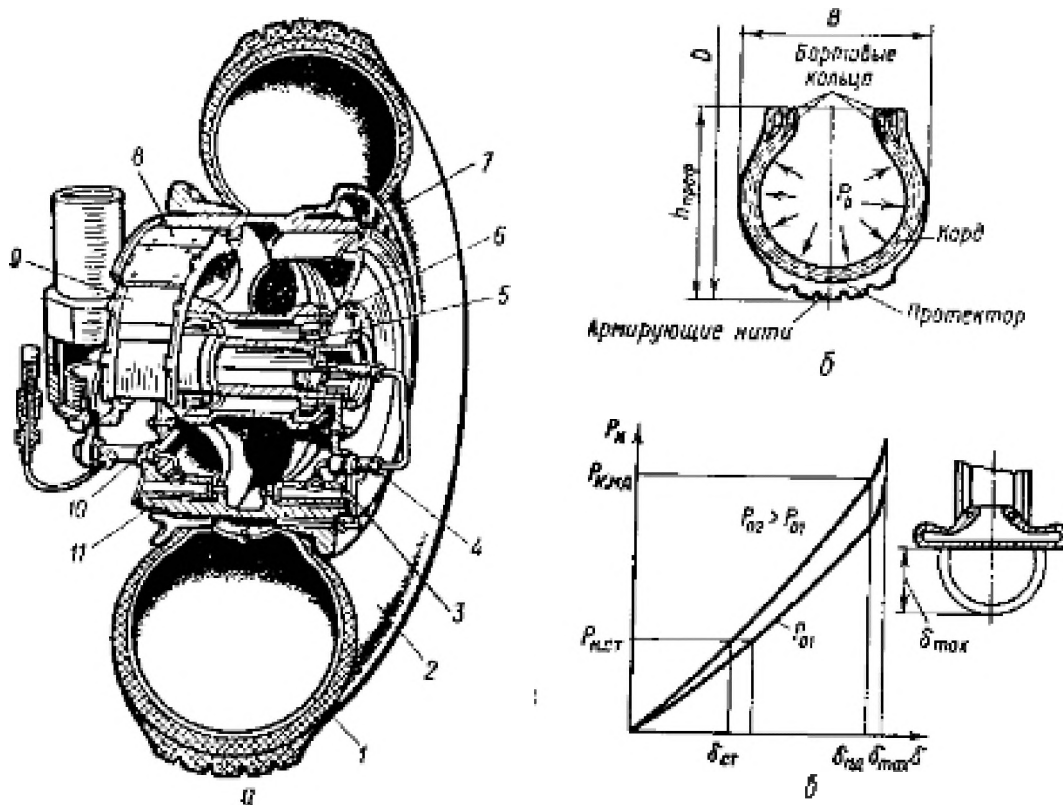


Рис. 5.2 Конструкция колеса и диаграмма его работы [4]:

а- конструкция, б- работа пневматика, в- диаграмма работы пневматика. 1- камера, 2- шина пневматика, 3-
 крепление реборды, 4-реборда, 5,6- элементы подшипника, 7-обод колеса, 8,9-элементы колодки тормоза,
 10-элементы тормозной системы, 11-барабан.

Авиационное колесо состоит (рис. 5.2,а) из барабана с несъемной ребордой, съемной реборды, замка-фиксатора съемной реборды, конических роликовых подшипников, позволяющих воспринимать значительные боковые нагрузки, пневматика (шины), камеры (могут использоваться и бескамерные шины), дисковые тормоза. Шина монтируется на внешнюю поверхность колеса. Во избежание соскальзывания шины с колеса под действием боковых сил на колесе имеются реборды, одна из которых съемная для возможности монтажа шины на колесо.

Малонагруженные колеса делают обычно литыми из алюминиевых (ранее магниевых) сплавов, а тяжело нагруженные - из стали. В последнее время началось применение точеных барабанов колес из двух симметричных половин с последующей стяжкой их болтами.

Шины используются как камерные, так и бескамерные. Конструктивно шина представляет собой незамкнутый в поперечном сечении трехслойный тор. Между двумя слоями резины имеется корд, выполняющий роль силового элемента. По внешней поверхности шины формируется протектор. Конструктивные параметры шины, тип плетения (радиальное или диагональное), количество слоев и материал корда (хлопчатобумажный, синтетический или металлические нити) определяются условиями применения и уровнем нагруженности шины.

Возможность варьирования довольно в широком диапазоне давлением накачки шин расширяет круг аэродромов возможного базирования вертолетов, однако при этом остаются проблемы обеспечения проходимости вертолета по ВПП с малой прочностью покрытия (грунтовые, снежные и др.). Пневматики колес, являющиеся частью амортизационной системы опоры шасси, воспринимают до 15% нормируемой энергии при посадке.

Размеры пневматика и особенно давление зарядки $P_{зар}$ оказывают большое влияние на допустимую скорость качения колеса, амортизационные свойства шасси и на проходимость вертолета по грунту.

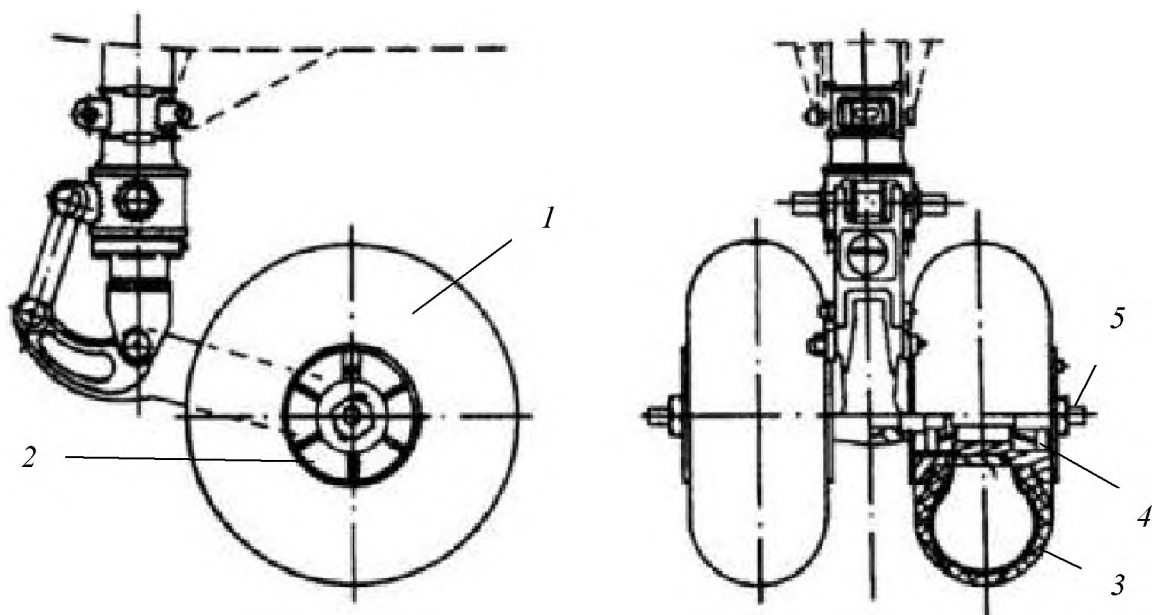


Рис. 5.3 Устройство колеса передней стойки шасси вертолета Ми-2 [12]:

1- пневматик колеса, 2- барабан колеса, 3- покрывка пневматика, 4- подшипники, 5- гайка крепления колеса к оси стойки.

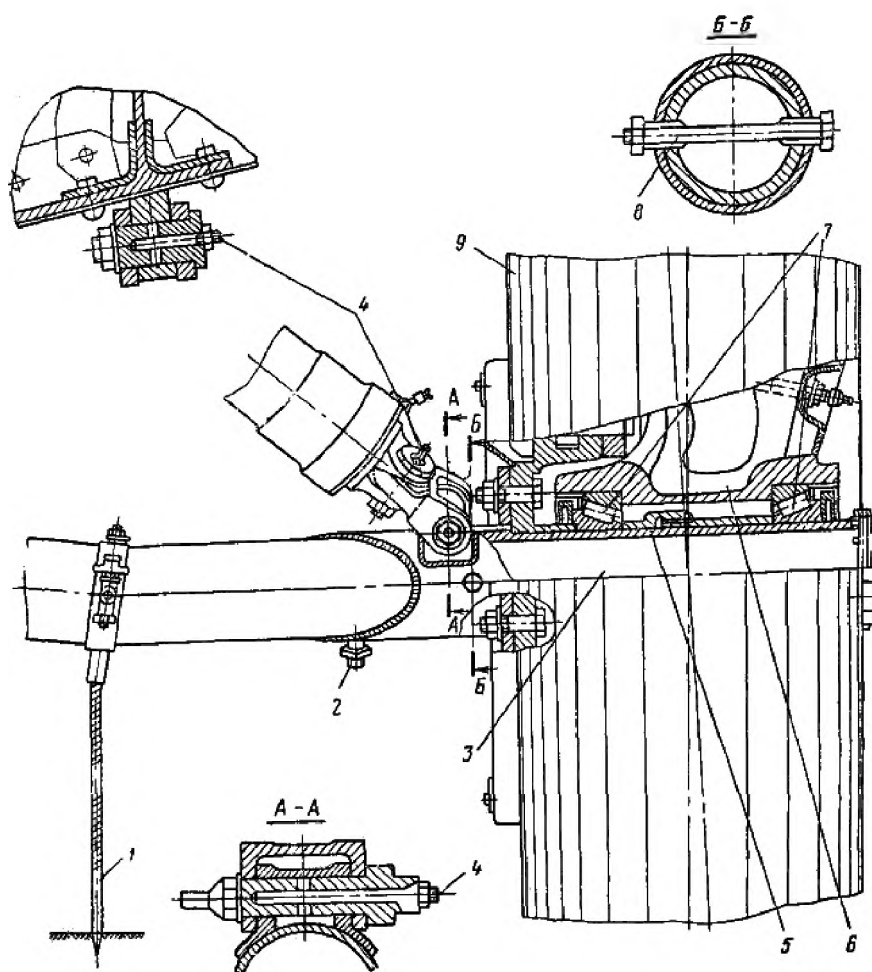


Рис. 5.4 Устройство колеса главной стойки шасси вертолета Ми-2 [12]:

1- трос заземления, 2- пробка слива конденсата, 3- ось колеса, 4- масленка, 5- распорная втулка, 6- барабан колеса, 7- подшипники, 8- болт крепления оси колеса к раме, 9- колесо.

Колеса передней стойки шасси вертолета Ми-2 (см. рис. 5.3) безкамерные, нетормозные и крепятся при помощи гаек 5 фиксации к оси передней стойки шасси вертолета.

Колеса главных стоек шасси вертолета Ми-2 (см. рис. 5.4) совместно с колесами передней стойки служат для передвижения вертолета по земле и кроме того, они поглощают большую часть энергии удара вертолета о землю при посадке. Колесо состоит из пневматика колеса 9, барабана 6 и тормоза. Пневматик колеса состоит из покрышки и камеры. Покрышка изготовлена из нескольких слоев хлопчатобумажного или капронового корда с резиновой прослойкой между слоями. Камера изготовлена из листовой резины, имеет зарядный штуцер (вентиль) с обратным воздушным клапаном.

Барабан колеса 6 выполнен из магниевого сплава и для удобства монтажа пневматика имеет один съемный борт (реборду). Съемный борт состоит из двух половин, соединяемых двумя стальными пластинами на винтах. По центру барабана выполнена расточка, в которую с каждой стороны запрессованы внешние кольца конических роликовых подшипников. С внутренней стороны колеса установлена на болтах стальная тормозная рубашка тормоза. С внешней стороны барабан колеса закрыт дюралюминиевой крышкой на винтах. Тормоз колеса имеет диск, который крепится к фланцу рамы болтами. На диске на двух пальцах установлены: две тормозные колодки из алюминиевого сплава с приклепанными лентами из феррадо. Противоположные концы колодок опираются на отжимные рычаги. Каждая колодка прижимается к рычагам тремя спиральными пружинами. Отжимные рычаги управляются своими воздушными цилиндрами. Цилиндры укреплены на тормозном диске. Колесо устанавливается на оси 3 на двух конических роликовых подшипниках 7, между внутренними кольцами которых находится регулируемая по длине распорная втулка 5. Втулка состоит из двух частей, соединенных на резьбе и законтренных пружинным замком. При наличии втулки не требуется подбирать момент затяжки гайки крепления колеса и гайка затягивается стандартным ключом до отказа и контрится болтом.

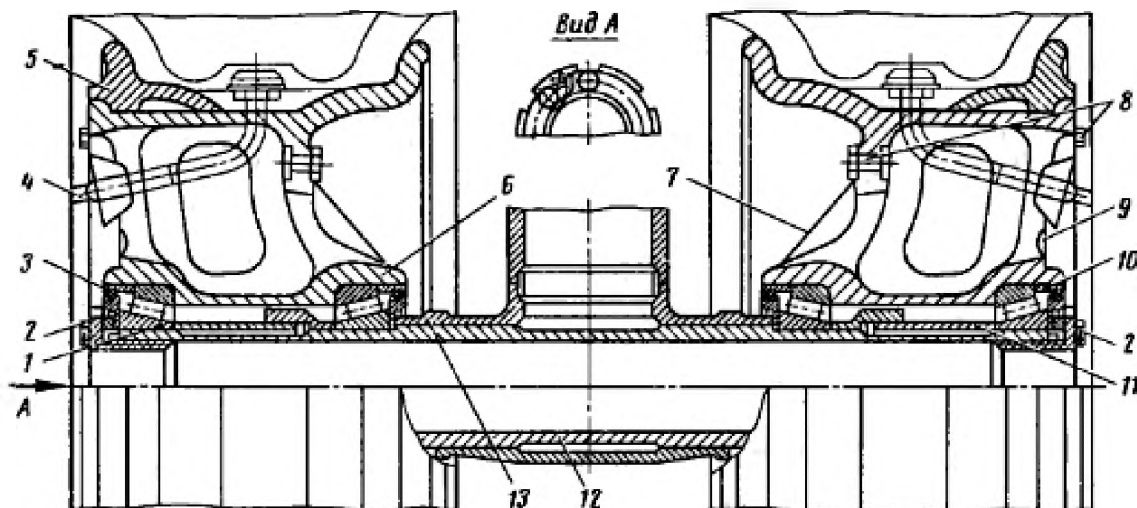


Рис. 5.5 Колесо передней стойки шасси вертолета Ми-8 [5]:

1- роликподшипники; 2 - гайки крепления колес. 3 - крышка. 4- вентиль; 5 - реборда; 6 - барабан; 7, 9 - щиток; 8 - болты; 10 - сальник. 11 - распорная втулка; 12 -ось колес; 13- упорное кольцо.

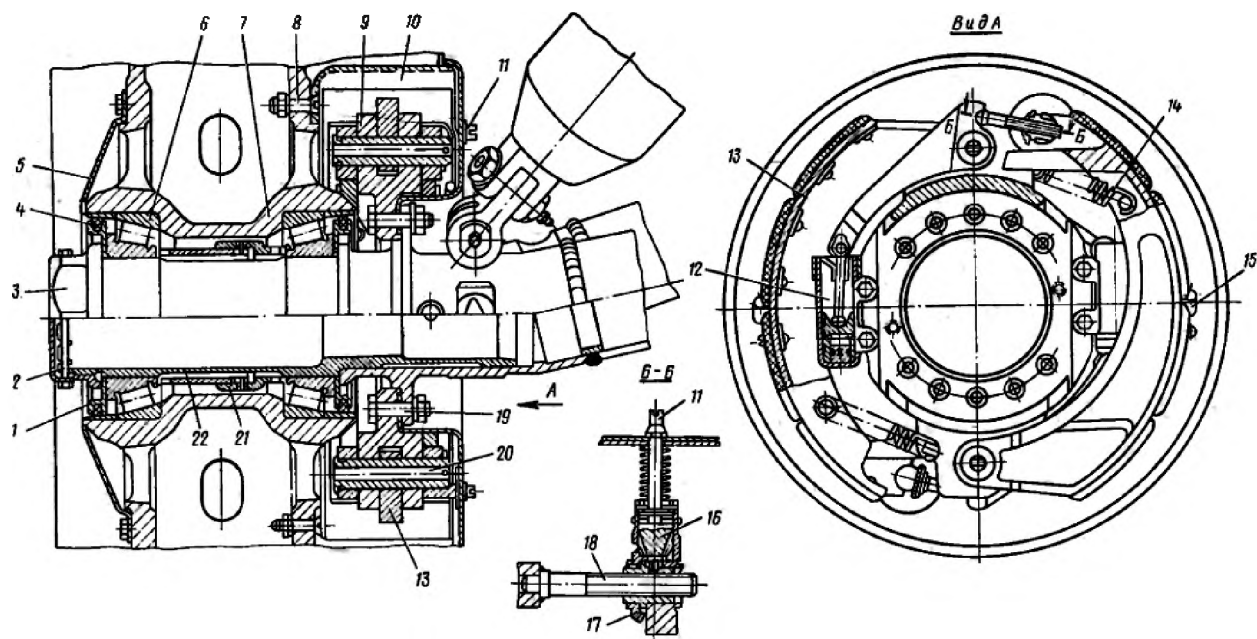


Рис. 5.6 Колесо главной стойки шасси вертолета Ми-8 [5]:

1- крышка сальника; 2-болт; 3-гайка; 4- войлочный сальник; 5- щиток; 6- конический роликовый подшипник; 7- барабан колеса; 8,19- болты; 9- корпус тормоза; 10- барабан тормоза; 11- регулировочный винт; 12- пневмоцилиндр; 13-тормозная колодка; 14-возвратные пружины; 15-отверстия для замера между тормозными колодками и барабанами; 16,17-конические шестерни; 18-регулировочный валик; 20-анкерный валик; 21- распорная втулка; 22- полуось.

Колеса передней стойки вертолета Ми-8 (рис. 5.5) смонтированы на оси посредством двух конических роликовых подшипников *1* с распорной втулкой *11* между ними для установки необходимого зазора в подшипниках. Колеса крепятся гайками *2*, которые контрятся болтами. С обеих сторон подшипники закрываются крышками *3* с пылезащитными войлочными сальниками, а барабаны колес щитками. Передние колеса отличаются от колес главных стоек размерами и отсутствием тормозного устройства.

Колесо главных стоек шасси Ми-8 типа КТ97 (см. рис. 5.6) состоит из барабана *7*, пневматика и тормозного устройства. Каждое колесо смонтировано на оси на конических роликовых подшипниках *6* с распорной регулируемой втулкой *21* между ними для предотвращения перезатяжки подшипников. Крепится колесо с помощью гайки *3*, которая контрится болтом *2*. С обеих сторон подшипники закрыты критиками с пылезащитными сальниками *4*. Барабан *7* колеса отлит из магниевого сплава за одно целое с ободом, ступицей и одной ребордой. С обеих сторон в ступице сделаны расточки для конических роликовых подшипников. С одной стороны барабана обработано посадочное место для установки тормозного барабана *10* и крепления болтами *8*. Тормозной барабан имеет стальную обечайку, в которую запрессована чугунная гильза. Тормозное устройство, кроме тормозного барабана, включает в себя корпус *9* тормоза, две тормозные колодки *13*, два воздушных цилиндра *12*, два разжимных рычага, две пары возвратных пружин *14*, конические шестерни *16* и *17*, регулировочные валики *18* и регулировочные винты.

При торможении колес воздух из воздушной системы поступает в воздушные тормозные цилиндры. Давлением воздуха поршни со штоками, перемещаясь, поворачивают разжимные рычаги, которые через регулировочные винты прижимают колодки к тормозному барабану. В результате возникает тормозной момент, зависящий от давления воздуха в цилиндрах тормоза. При растормаживании воздух из цилиндров через агрегат воздушной системы стравливается в атмосферу, а возвратные пружины оттягивают колодки от тормозного барабана.

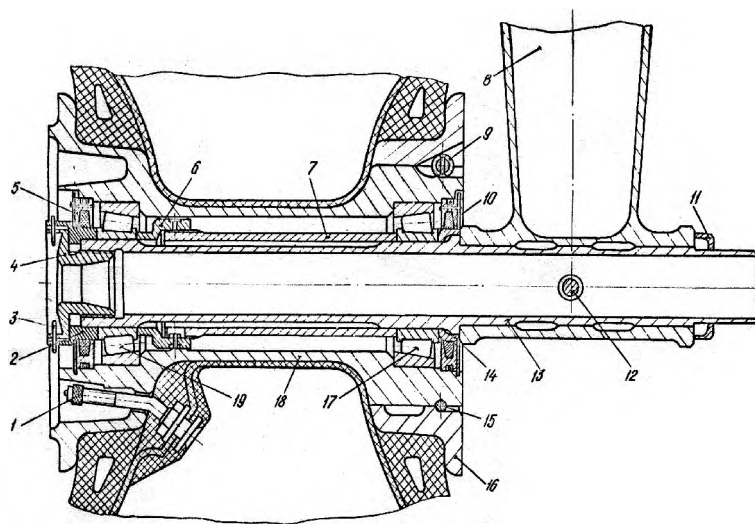


Рис. 5.7 Устройство колеса передней стойки шасси вертолета Ми-24А [13]:

1-колпачок заправочного вентиля; 2-контровочное кольцо; 3-шплинт; 4-гайка крепления колеса; 5,10-пылезащитные крышки; 6,7-распорные втулки; 8- рычаг амортистойки; 9-втулка; 11,14-упорные втулки; 12-стяжной болт; 13-ось; 15-стопорное полукольцо; 16-съемная реборда; 17,19-конусные радиально-упорные роликовые подшипники; 18-ступица колеса.

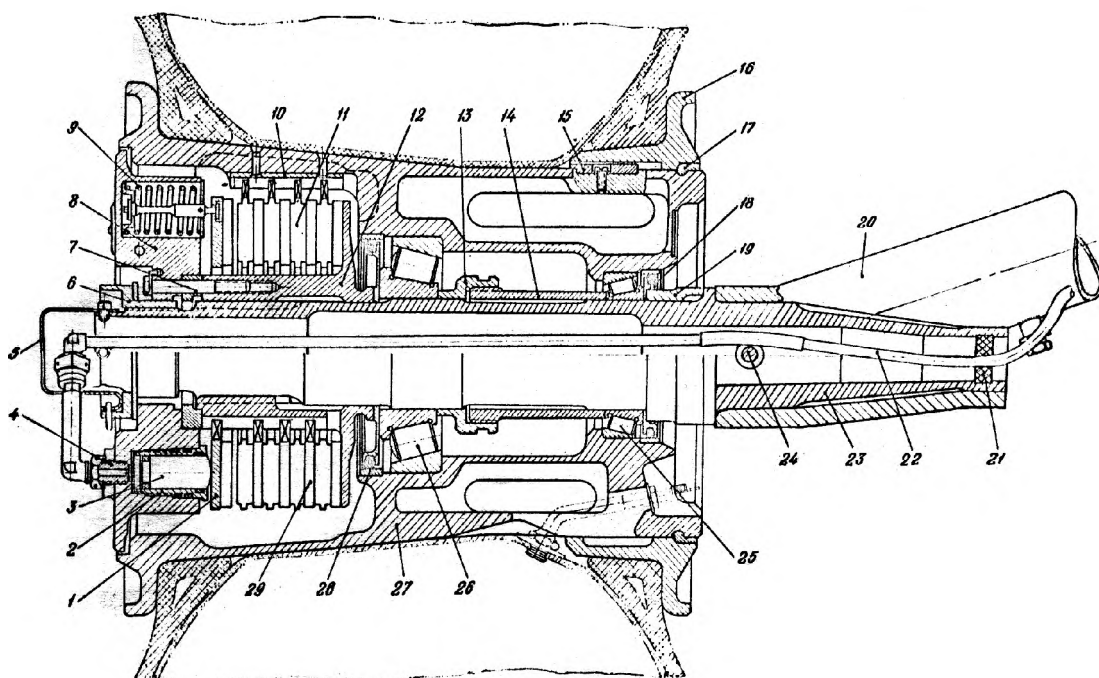


Рис. 5.8 Устройство колеса главной стойки шасси вертолета Ми-24А [13]:

1-нажимной диск; 2-тормозной цилиндр; 3-шток-толкатель; 4-штуцер; 5-колпак; 6-гайка крепления колеса; 7-болт; 8-корпус тормоза; 9-пружина; 10-наружный барабан фрикциона; 11-подвижный диск; 12-внутренний барабан фрикциона; 13,14-распорные втулки; 15-шпонка; 16-съемная реборда; 17-стопорное полукольцо; 18,28-пылезащитные крышки; 19-упорное кольцо; 20-переходник рычага; 21-заглушка; 22-трубка подвода сжатого воздуха к тормозным цилиндрам; 23-ось; 24-стяжной болт; 25,26-конусные радиально-упорные роликовые подшипники; 27-ступица колеса; 29-неподвижный диск.

Колеса на передней стойке шасси вертолета Ми-24А (см. рис. 5.7). Установлены два нетормозных колеса К329А размером 480х200. Колеса смонтированы на общей оси 13, укрепленной в рычаге 8 амортистойки стяжным болтом 12. Колеса вращаются на двух конусных радиально-упорных роликовых подшипниках 17 и 19, которые фиксируются на оси распорными втулками 6 и 7, а также упорными втулками 11 и 14. Подшипники закрываются пылезащитными крышками 5 и 10, имеющими войлочные уплотнительные кольца (сальники). Каждое колесо крепится на оси гайкой 4, которая контрится кольцом 2, находящимся в зацеплении с торцовыми шлицами оси 13. Колесо имеет съемную реборду 16, которая удерживается на ступице 18 полукольцами 15, проходящими через отверстия втулок 9. Эти втулки служат в качестве шпонок, удерживающих реборду от проворачивания.

Колеса на главной стойке шасси Ми-24А (см. рис. 5.8). Установлено по одному колесу КТ135Л размером 720х320 с пневматическим дисковым тормозом. К корпусу колеса закреплен на заклепках наружный барабан 10 фрикциона. На шлицы барабана надеты четыре подвижных фрикционных диска 11. На шлицах оси 23 смонтирован внутренний барабан 12, на наружные шлицы которого надеты три неподвижных фрикционных диска 29, а также нажимной диск 1. К внутреннему барабану фрикциона четырем болтам крепится корпус 8 тормоза. В корпусе расположены по окружности через 60° шесть тормозных цилиндров 2 и три возвратные пружины 9, расположенные по окружности через 120° и связанные с нажимным диском посредством штока.

Под действием сжатого воздуха, поступающего по штуцеру 4 в тормозные цилиндры, штоки-толкатели 3 через нажимной диск 1 сжимают весь пакет дисков и вследствие трения между ними обеспечивая торможение колеса. Одновременно сжимаются возвратные пружины 9. После стравливания давления из тормозной системы пружины возвращают нажимной диск в исходное положение.

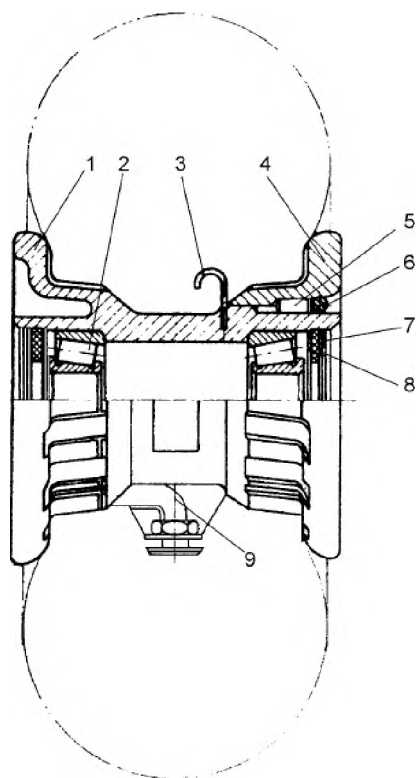


Рис. 5.9 Устройство колеса передней стойки шасси вертолета Ка-26 [3]:

1-втулка; 2-радиально-упорный конический роликоподшипник; 3-транспортный штифт; 4-реборда; 5-штифт; 6-полукольцо контрольное; 7-кольцо стопное; 8-войлочное кольцо; 9-вентиль.

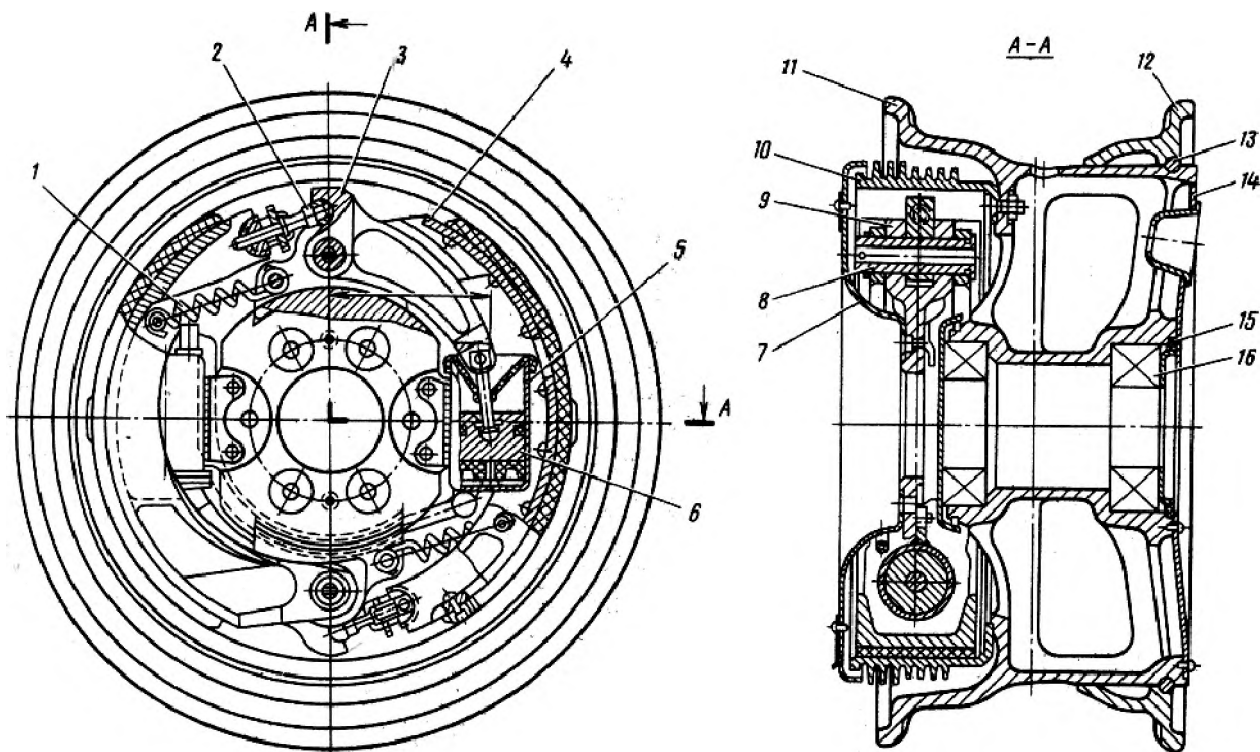


Рис. 5.10 Устройство колеса главной стойки шасси вертолета Ка-26 [3]:

1-возвратная пружина; 2-регулирующий винт; 3-рычаг; 4-колодки; 5-цилиндр; 6-поршень; 7-обтекатель; 8-ось; 9-корпус тормоза; 10-рубашка; 11-барабан; 12-реборда; 13-контражные полукольца; 14- щиток; 15- войлочное кольцо; 16-роликоподшипники.

Колесо передней опоры шасси вертолета Ка-26 типа К350 (рис. 5.9) является нетормозным с шиной полубаллонного типа. Оно состоит из втулки 1, реборды 2, радиально-упорных конических роликоподшипников 7, войлочных колец 6, стопорных колец 5, контрящих полуколец 4 и штифта 3. Втулка 1 и съемная реборда 2 представляют собой фасонные отливки из алюминиевого сплава. Вращение колеса на оси амортизационной стойки осуществляется на радиально-упорных роликоподшипниках 7.

Колесо главной опоры шасси Ка-26 типа К134/Т334 (рис. 5.10) тормозное с шиной полубаллонного типа. Оно состоит из барабана 11, реборды 12, двух контрящих полуколец 13, двух радиально-упорных конических роликоподшипников 16, рубашки 10, щитка 14 и тормоза 9. Барабан 11 представляет собой фасонную конструкцию из магниевого сплава. В специальной полости барабана размещается рубашка 10, которая крепится к барабану болтами. В гнезда ступицы барабана запрессованы наружные кольца роликоподшипников 16. Внутренние обоймы с роликами монтируются на оси главной опоры шасси и затягиваются гайкой. В рубашке 10 колеса размещается колодочный тормоз, который состоит из корпуса 9, двух колодок 4, двух рычагов 3, двух цилиндров 5 с поршнями 6, возвратных пружин 1, обтекателя 7, а также деталей крепления и регулирующих устройств. Корпус 9, отлитый из магниевого сплава, имеет шесть отверстий под болты крепления тормоза к фланцу оси главной опоры шасси. При подаче давления воздуха в тормоз поршень 6, перемещаясь, поворачивает рычаг 3 вокруг оси 8. При этом рычаг через регулировочный винт 3, преодолевая усилие возвратной пружины 1, поворачивает на оси 6 колодку 4 и прижимает ее к рубашке колеса 10. При их соприкосновении возникают силы трения, создающие тормозной момент. При отсутствии давления в цилиндре тормоза возвратные пружины, поворачивая колодку 4 на оси 8, отжимают ее от рубашки колеса. При своем перемещении колодка через регулировочный винт 2 поворачивает рычаг 3 и возвращает поршень 6 в первоначальное положение.

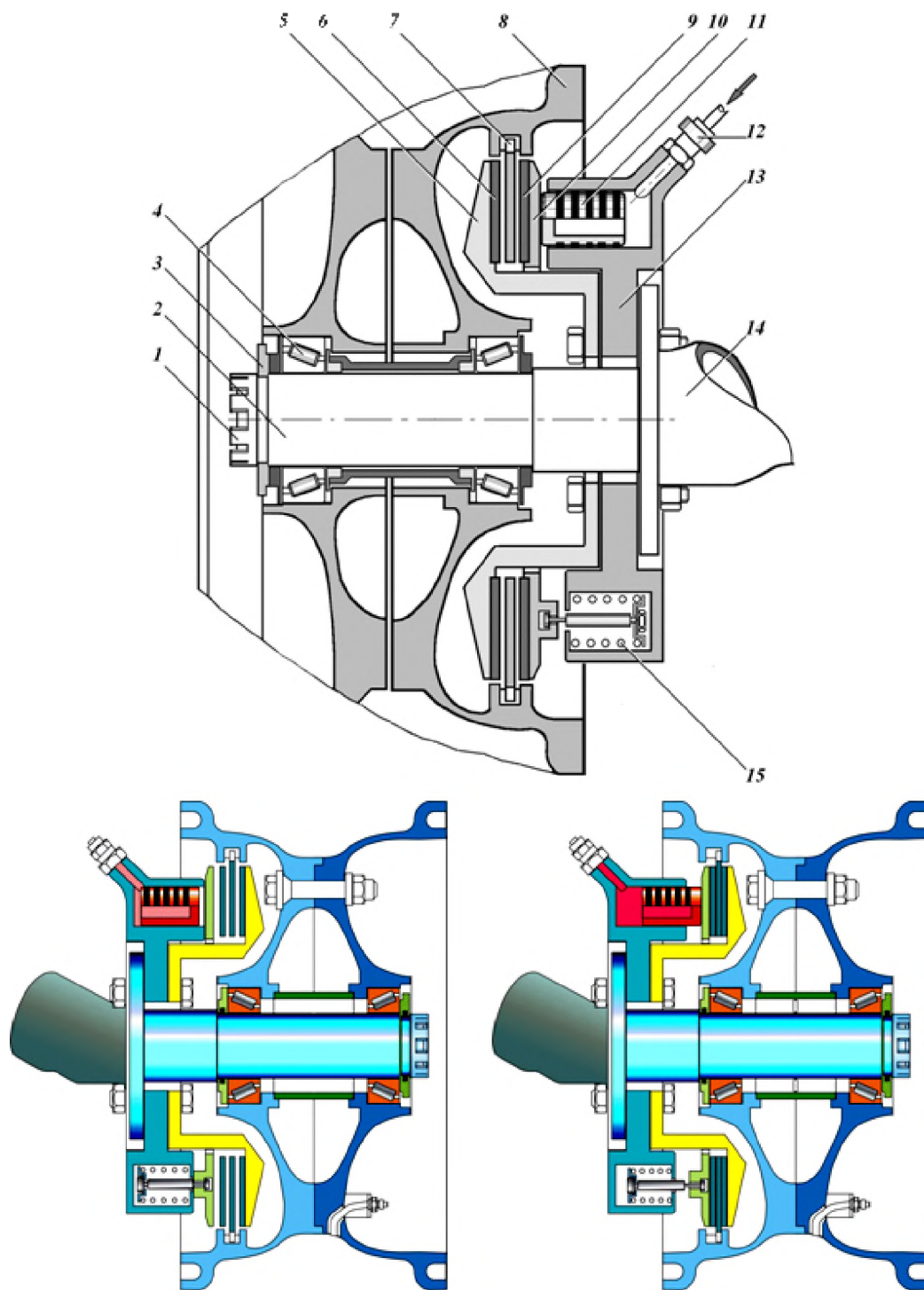


Рис. 5.11 Конструкция и работа тормоза колеса основной опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" [9]: 1 – гайка; 2 – ось колеса; 3 – шайба; 4 – роликовый подшипник; 5 – неподвижный тормозной диск; 6, 9 – тормозная колодка; 7 – диск колеса; 8 – барабан колеса; 10 – нажимной диск; 11 – поршень – толкатель; 12 – штуцер подвода рабочей жидкости к тормозным цилиндрам; 13 – корпус тормоза колеса; 14 – наконечник рычага; 15 – возвратная пружина.

Колеса на основных опорах шасси вертолета "АНСАТ-У" типа КТ 217 размером 600x180 (устанавливаются по одному на каждой амортистойке, см. рис. 5.11) с гидравлическими колодочными тормозами. Применение гидравлического привода позволило увеличить эффективность торможения.

Колесо основной опоры шасси смонтировано на оси наконечника рычага 14 на двух роликовых подшипниках 4 и затягивается гайкой 1, которая контрится контровочной шайбой 3. Роликовые подшипники с внутренней стороны упираются в выступы колеса, с наружной стороны фиксируются втулками и с обеих сторон колеса закрываются шайбами с уплотнительными кольцами.

Тормоз колес предназначен для сокращения длины пробега вертолета при посадке по-самолетному, а также используются при опробовании двигателей на стоянке. В корпусе колеса смонтированы неподвижный тормозной диск 5 и нажимной диск 10 с тормозными колодками 6,9 в виде плоских колец. Корпус тормоза крепится болтами к фланцу наконечника рычага. В корпусе тормоза расположены (по окружности через 120°) три тормозных цилиндра и три возвратные пружины, связанные с нажимным диском.

При нажатии пилотом на гашетку управления торможением колес вступает в работу редукционный клапан УГ- 176, который обеспечивает подачу рабочей жидкости в корпус тормоза. Под действием давления рабочей жидкости, поступающей по штуцеру в тормозные цилиндры, поршни - толкатели перемещаются вправо, перемещая нажимной диск. Нажимной диск прижимает диск колеса к неподвижному диску. Вследствие трения между тормозными колодками и диском колеса обеспечивается торможение колеса. Одновременно сжимаются возвратные пружины.

При отпускании пилотом гашетки управления торможением колес с электромагнитного крана снимается напряжение, и он обеспечивает слив рабочей жидкости из корпуса тормоза. После стравливания давления из тормозной системы пружины возвращают нажимной диск в исходное положение, обеспечивая растормаживание колес.

6. Амортизация колесного шасси. Нагружение амортизатора. Конструкция и работа амортизаторов различных типов.

Амортизация должна иметь максимальное усилие в конце хода, поглощать колебания от повторных ударов, не допускать резкой отдачи на обратном ходе, не допускать отрыва колеса от земли. Отличительной особенностью амортизации опор шасси вертолетов в том, что они предназначены для работы в 2 режимах: посадочного удара и движения по неровностям ВПП. Амортизаторы делятся на жидкостно-газовые, пружинно-жидкостные, пружинные, пружинно-фрикционные и упруго-жидкостные. Чаще применяются первые (жидкость – АМГ-10, газ – азот) см. (рис. 6.1). Амортизатор плунжерного типа - цилиндр закреплен в конструкции плунжерного типа, шток связан с колесом, объем А заполняется азотом, полости Б и В – АМГ-10. При ударе колеса об землю, шток движется вверх, жидкость через отверстие перемещается из полости Б в полость В, отжимая от штока клапан обратного хода 4. На обратном ходе, азот расширяется, жидкость из полости Б попадает в полость В, прижимая клапан 4 к штоку. При этом часть отверстий в штоке перекрывается и гидравлическое сопротивление увеличивается. Это позволяет штоку медленно возвращаться в исходное положение.

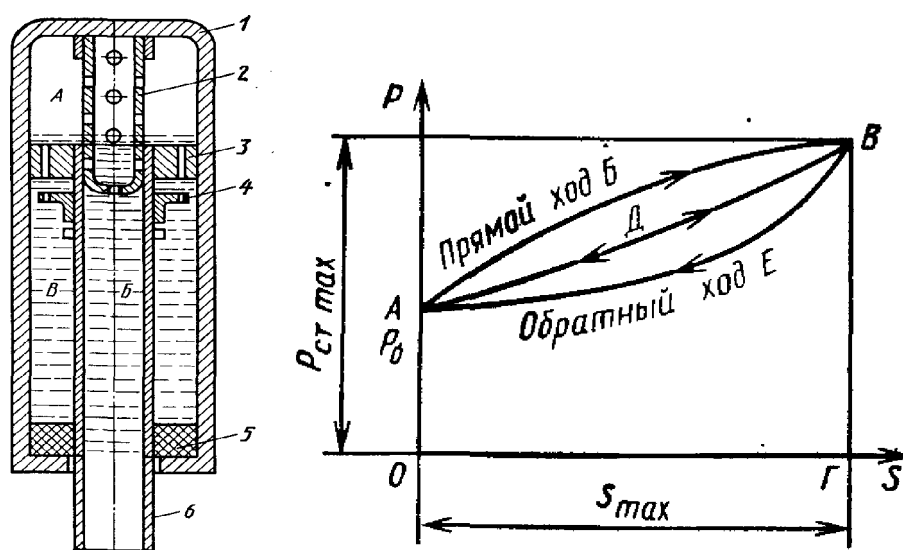


Рис. 6.1 Схема работы жидкостно-газового амортизатора [4]:
1- цилиндр, 2-плунжер, 3-бусса, 4-клапан обратного хода, 5-уплотнение, 6-шток. А, Б, В- внутренние рабочие полости.

На вытеснение полости Б в полость В и обратно затрачивается работа на преодоление гидравлического сопротивления отверстия, которая переходит в тепло и отдается в атмосферу, т.е. работа внешних сил затрачивается на преодоление трения в уплотнительных манжетах и преодоление гидравлического сопротивления отверстий. Качество работы амортизатора характеризуется диаграммой. Величина p_0 называется предварительной затяжкой амортизатора, коэффициент η – коэффициент полноты диаграммы. $A_{ам}$ – работа, поглощенная амортизатором на прямом ходе. Изменение давления жидкости характеризуется кривой АВВ, обязательное условие – чтобы точка В имела наивысшую ординату. Процесс сжатия и расширения азота – кривая АДВ. Процесс близок к адиабатическому. Площадь ОАДВГО – работа внешних сил на сжатие азота. Площадь АВВИА – гистерезис. Площадь ОАЕБГО – работа, которая возвращается конструкции вертолета. Основной трудностью при проектировании амортизатора является выбор площади отверстий, т.к. амортизатор еще выполняет функции демпфера «земного резонанса». Если площадь отверстий выбирать из условий гашения земного резонанса, то будут слишком большие усилия при ударе о землю, если наоборот – не будет демпфироваться "земной резонанс".

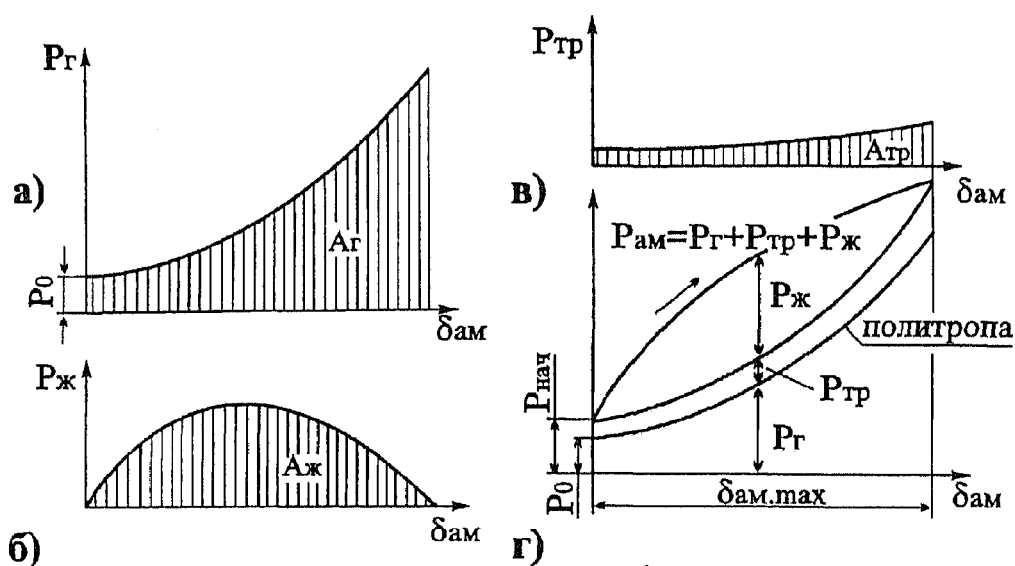


Рис. 6.2 Усилия, действующие на амортизатор при обжатии штока [11]:

- а- сила сжатия газа, б- давление в жидкостной камере, в- сила трения,
- г- формирование диаграммы работы жидкостно-газового амортизатора.

Во время приземления вертикальная скорость V_y вертолета уменьшается до нуля. При этом кинетическая энергия удара вертолета переходит в энергию деформации амортизаторов и пневматиков.

Основные требования, предъявляемые к амортизаторам:

- способность воспринимать энергию удара вертолета при посадке и рулении;
- многократность применения;
- упругие характеристики амортизатора должны как можно меньше зависеть от условий внешней среды;
- способность обеспечивать рассеивание воспринятой энергии для исключения колебаний вертолета при пробеге;
- плавное возрастание усилий в амортизаторе, обеспечивающее максимальную величину в конце обжатия;
- исключение появления "земного резонанса".

На отечественных вертолётах устанавливают наиболее широко используемые жидкостно - газовые амортизаторы, так как они обладают высокой энергоёмкостью при минимальной массе.

Основным элементом жидкостно-газового амортизатора является стальной цилиндр, внутри которого перемещается стальной пустотелый шток с поршнем. В верхней части цилиндра закреплен плунжер, в доннышке которого выполнены отверстия для протекания жидкости на прямом ходе амортизатора и клапан обратного торможения, вступающий в работу при обратном ходе амортизатора.

В нижней части цилиндра устанавливается опорная букса, которая ограничивает выход штока. Внутренняя полость амортизатора заполняется жидкостью и газом имеющим давление зарядки. В качестве рабочей жидкости в амортизаторах применяется масло АМГ-10.

Изменение вязкости АМГ-10 в рабочем диапазоне температур незначительно сказывается на величине силы, необходимой для проталкивания

жидкости через отверстия. Недостатком рабочей жидкости АМГ-10 является ее взрывоопасность при больших давлениях и высоких температурах, которые возникают в амортизаторе при обжати. Поэтому амортизатор заряжают не воздухом, а нейтральным газом - азотом. Рабочая жидкость и газ заряжаются через зарядное устройство. Для предотвращения утечки рабочей жидкости и газа между штоком и цилиндром устанавливаются уплотнения, выполненные в виде резиновых колец и капролоновых бус.

Принцип действия жидкостно-газового амортизатора состоит в том, что кинетическая энергия вертолѐта при посадке поглощается в два этапа. На *первом этапе* (прямой ход амортизатора), который начинается с момента приземления вертолета, энергия удара расходуется на сжатие азота, проталкивание жидкости через калиброванные отверстия и на преодоление сил трения в подвижных частях амортизатора. Когда вертикальная скорость V_y , а значит и кинетическая энергия, станет равной нулю начинается *второй этап* (обратный ход амортизатора).

Амортизатор расходует энергию сжатого азота на проталкивание жидкости через калиброванные отверстия и на преодоление сил трения в подвижных частях амортизатора.

Амортизатор воспринимает и рассеивает кинетическую энергию ударов, которые испытывает вертолѐт при посадке и движении по неровному грунту. При посадке кинетическая энергия удара вертолета переходит в работу деформации амортизатора, то есть кинетическая энергия расходуется на сжатие азота, проталкивание жидкости через отверстия и преодоление сил трения в уплотнениях и бусах.

Кроме поглощения энергии удара при посадке вертолета некоторые амортизаторы служат еще для демпфирования колебаний, предотвращая явление "земного резонанса" при передвижении по земле. К таким амортизаторам относят, например, амортизаторы с противорезонансным редукционным клапаном или двухкамерные амортизаторы.

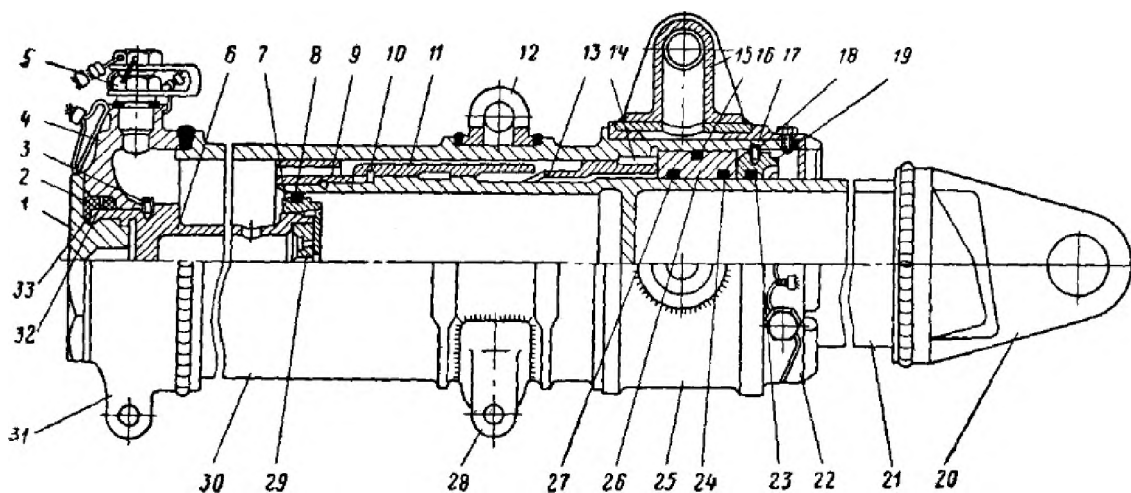


Рис. 6.3 Амортизатор передней стойки вертолета Ми-2 [12]:

1-гайка; 2-резиновое уплотнительное кольцо; 3-стопорный винт плунжера; 4-крышка; 5-зарядный клапан; 6-плунжер; 7-поршень; 8-поршневое кольцо; 9-подвижная бусса; 10-упорное кольцо; 11-верхний фиксатор; 12-проушина (узел) для швартовки и буксировки; 13-нижний фиксатор; 14-штифт; 15-узел крепления звена рычажной подвески; 16,27-резиновые уплотнительные кольца; 17-втулка; 18-стопорный винт; 19-гайка; 20-вилка; 21-шток; 22-войлочное кольцо; 23-гайка; 24-резиновое кольцо; 25-поводок; 26-неподвижная бусса; 28,31-проушины (узлы) крепления стойки к фюзеляжу; 29-клапан; 30-цилиндр; 32-прокладка; 33-фторопластовые кольца.

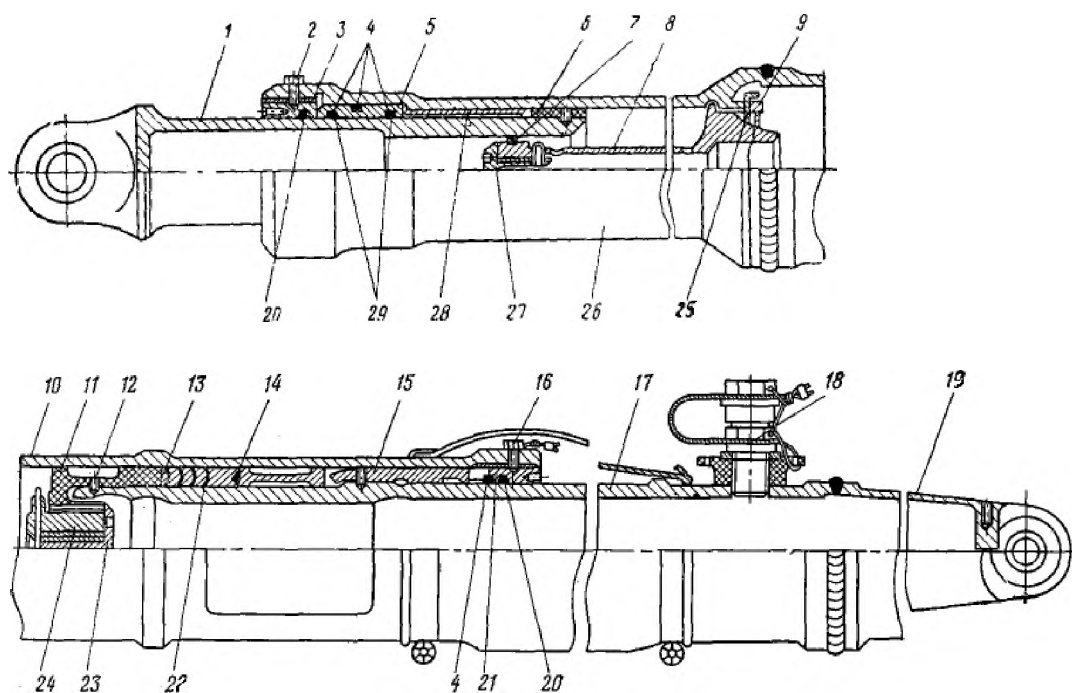


Рис 6.4 Амортизатор главной опоры шасси вертолета Ми-2 [12]:

1- шток демпфера; 2, 16 -стопорные болты; 3, 21 -гайки; 4 - резиновые уплотнительные кольца; 5 - неподвижная бусса демпфера; 6- подвижная бусса демпфера; 7 -поршневое кольцо; 8 - плунжер; 9 - гайка крепления плунжера; 10 - основной цилиндр; 11- нижняя бусса основного штока; 12 - стопорный винт; 13, 14 -распорные кольца; 15 - верхняя бусса основного штока; 17 - основной шток; 18 -зарядный клапан; 19 - накопник; 20, 30 - войлочные кольца; 21 - гайка; 22-уплотнение; 23 - клапан; 24 - направляющая втулка клапана; 25 - контровочная шайба; 26 -цилиндр демпфера; 27- упор; 28- упорная втулка; 29- фторопластовые кольца.

Амортизатор передней стойки вертолета Ми-2 (рис. 6.3) состоит из цилиндра 30, штока 21, плунжера 6, буксы 9 и 26, уплотнений 16 и 27, поводка 25 и гаек. Цилиндр 30 изготовлен из поковки стали 30ХГСА. К верхней части цилиндра приварена крышка 4, в которую вмонтирован плунжер 6, затянутый гайкой 1, под которую устанавливаются уплотнительные резиновые и фторопластовые кольца. Плунжер представляет собой цилиндр с отверстием для циркуляции рабочей жидкости. На нижний конец плунжера навинчен поршень 7 и законтрен двумя винтами. Внутри поршня плунжера размещен плавающий клапан 29 с калиброванными отверстиями.

На цилиндре имеются две парные проушины 28 и 31 для крепления стойки и одна проушина (узел) 12 для присоединения буксировочного приспособления и швартовки. Внутри нижней части цилиндра устанавливается на штифтах нижний фиксатор 13 кулачкового механизма. Штифты не позволяют фиксатору проворачиваться, а от осевых перемещений он ограничен своим буртиком, который упирается в выточку в цилиндре с верхней стороны, а снизу фиксатор прижимается буксой, а затем гайкой буксы. Букса 26 выполнена из бронзы и имеет три канавки, в которые уложены круглые резиновые и прямоугольные фторопластовые уплотнительные кольца - две канавки с кольцами для уплотнения по штоку и одна канавка с кольцами для уплотнения по цилиндру. Букса и фиксатор кулачкового механизма прижимаются стальной гайкой 19, вворачиваемой во внутреннюю резьбу цилиндра. Шток 21 амортизатора также имеет форму цилиндра и изготовлен из поковки стали 30ХГСА. Для уменьшения объема амортизатора внутри, шток имеет перемышку (стенку), выполненную при изготовлении.

К нижнему концу штока приварена вилка для соединения с рычагом. На верхний конец штока на шлицах посажен верхний фиксатор 11 кулачкового механизма и от осевого перемещения зафиксирован стопорным кольцом; затем на резьбу штока навинчена бронзовая букса 9 и законтрена тремя винтами. По окружности буксы просверлено 27 отверстий диаметрами 3 мм.

Внутренняя поверхность штока шлифуется, так как по ней работает поршень плунжера, а наружная поверхность хромируется.

Фиксаторы кулачкового механизма выполнены из стали и имеют соответствующие друг другу определенные профили. При выдвижении штока после отрыва передней ноги от земли под действием внутреннего давления в амортизаторе кулачок нижнего фиксатора входит во впадину верхнего фиксатора, устанавливая колеса по продольной оси вертолета.

Работа амортизатора передней ноги шасси. При посадке вертолета Ми-2 шток, двигаясь вверх, вытесняет жидкость из своей полости. Жидкость, поддавливаясь плунжером, поднимает плавающий клапан и проходит в полость цилиндра через центральное отверстие и через боковое отверстие, имеющееся на клапане.

Одновременно жидкость перетекает через 27 отверстий буксы в кольцевую полость между штоком и цилиндром амортизатора. Объем амортизатора уменьшается и повышается давление азота. Энергия удара затрачивается на сжатие газа, преодоление гидравлического сопротивления и на трение в амортизаторе.

При обратном ходе жидкость под давлением сжатого газа (азота) перетекает из цилиндра в полость штока только через центральное отверстие, так как давлением жидкости клапан прижимается к внутренней поверхности поршня плунжера, а второе отверстие закрывается. Кроме того, жидкость, находящаяся в кольцевой камере между штоком и цилиндром, будет вытесняться в полость цилиндра также с большим гидравлическим сопротивлением. Все это обеспечивает возвращение штока в исходное положение с сильным затормаживанием, что устраняет раскачку вертолета.

Оставшаяся энергия удара расходуется на расширение газа, преодоление гидравлического сопротивления и на трение в амортизаторе, т. е. превращается в тепло и рассеивается в окружающую среду.

Амортизатор главной опоры вертолета Ми-2 (см. рис. 6.4) однокамерный с демпфером. Наличие в амортизаторе двух штоков различного диаметра при одной воздушной камере обеспечивает ступенчатую характеристику статического обжатия амортизатора. Вследствие этого снижается усилие страгивания малого штока, улучшается амортизация и увеличиваются запасы демпфирования по "земному резонансу".

Амортизатор состоит из следующих основных частей: основного цилиндра 10, цилиндра 26, демпфера, основного штока 17 с наконечником, штока 1 демпфера, плунжера 8, буксы 15, уплотнения 22, зарядного клапана 18. Основной цилиндр 10 и цилиндр 26 демпфера изготовлены каждый отдельно и сварены между собой. В месте сварки внутри цилиндра демпфера образована расточка, в которую вмонтирован плунжер и закреплен гайкой, законтренной пластинчатой шайбой. Плунжер - стальной, цилиндрический, имеет отверстия для циркуляции жидкости. Нижняя часть плунжера имеет выточку, в которую вставляются два поршневых кольца 7. Кольца с необходимым зазором прижимаются упором 27, который вворачивается в торец плунжера. По оси упора просверлено отверстие диаметром 1 мм.

Основной шток 17 имеет цилиндрическую форму, изготовлен из стали 30ХГСА, рабочая часть его снаружи хромирована. К верхнему концу штока приварен точеный наконечник 19 с проушиной, к штоку приварен штуцер для вворачивания зарядного клапана. На нижний конец основного штока навинчены на резьбе две бронзовые буксы 11, 15 и законтрены винтами - по три винта на буксу. Между буксами установлена упорная дюралюминиевая втулка и пакет уплотнения штока.

Пакет уплотнения 22 состоит из двух дюралюминиевых фасонных колец, которые придают определенную форму манжетам, трех резиновых и четырех кожаных манжет, которые чередуются при сборке. Кожаные манжеты придают прочность уплотнительному пакету. Резиновые манжеты имеют острую кромку, придаваемую им дюралюминиевыми кольцами.

Внутренним давлением в амортизаторе кромки манжет плотно прижимаются к внутренней стенке цилиндра, обеспечивая герметичность.

Нижняя букса 11 штока имеет доньшко с отверстием, в котором установлен свободно плавающий стальной клапан 23. По оси клапана просверлено отверстие диаметром 4 мм, а по окружности буксы просверлены шесть отверстий диаметром по 2 мм.

Эти отверстия перекрываются тарелочкой клапана изнутри штока амортизатора. Выход штока из цилиндра ограничивается стальной гайкой 21, вворачиваемой в верхнюю часть цилиндра. Гайка контрится болтом, а болт - проволокой. Гайка имеет одно резиновое и два фторопластовых уплотнительных кольца и войлочное кольцо для очистки штока от пыли и грязи при работе амортизатора. Выход штока ограничивается упиранием буксы в гайку. Вход штока в цилиндр ограничивается буртиком, выполненным на штоке.

Шток 1 демпфера — цилиндрический, полый, на нижнем конце имеет проушину, изготовлен из стали 30ХГСА. Снаружи его рабочая часть хромирована, изнутри шлифована для работы по нему поршневых колец плунжера. На верхний конец штока демпфера накручена на резьбе бронзовая букса 6 и законтрена тремя винтами. По окружности буксы просверлено 19 отверстий диаметрами по 2 мм.

Букса 5 установлена в расточке нижней части цилиндра демпфера. Она имеет по наружной и внутренней поверхности кольцевые проточки для установки уплотнительных резиновых и фторопластовым колец. Букса прижимается в цилиндре стальной гайкой 3, гайка контрится болтом, болт - проволокой. В гайке имеется расточка для установки войлочного очистительного кольца.

Между буксами вкладывается дюралюминиевая упорная втулка 28, ограничивающая выход штока демпфера. Вход штока ограничивается упорным буртиком на штоке.

Работа амортизатора главной стойки шасси. Амортизаторы главных ног шасси вертолета Ми-2 относятся к жидкостно-газовым амортизаторам с основным торможением при обратном ходе.

Характеристика жидкостно-газового амортизатора представляет собой комбинацию работ газа, жидкости (гидравлическое сопротивление) и трения букс и уплотнительных устройств.

При посадке вертолета сначала обжимается демпфер. При этом жидкость вытесняется из полости штока демпфера через отверстие в упоре плунжера и одновременно через 19 отверстий она заполняет кольцевую полость между цилиндром и штоком демпфера.

Наличие малого отверстия в упоре плунжера создает большое гидравлическое сопротивление перемещению штока, что обеспечивает демпфирование колебаний в случае их возникновения.

После полного обжатия демпфера вступает в работу основной цилиндр. Цилиндр и шток, перемещаясь навстречу один другому, заставляют жидкость из полости цилиндра перетекать в полость штока через одно отверстие в клапане и через шесть отверстий в буксе, так как рабочая жидкость, под давлением в полости цилиндра, поднимает клапан. Общий объем цилиндров амортизатора уменьшается и повышается давление азота. Энергия удара на прямом ходе расходуется на сжатие газа, преодоление гидравлического сопротивления жидкости и на трение в буксах и уплотнениях.

При обратном ходе шток и цилиндр возвращаются в первоначальное положение с затормаживанием, чтобы вертолет не получил удара от самих амортизаторов и не подпрыгнул. Достигается это тем, что жидкость под давлением сжатого азота перетекает из полости штока в цилиндр только через центральное отверстие в клапане, так как давлением жидкости клапан закроет шесть отверстий в буксе штока. В результате создается большое гидравлическое сопротивление. Окончательно энергия удара расходуется на расширение газа, преодоление гидравлического сопротивления и на трение в амортизаторе, т. е. превращается в тепло и рассеивается в окружающую среду.

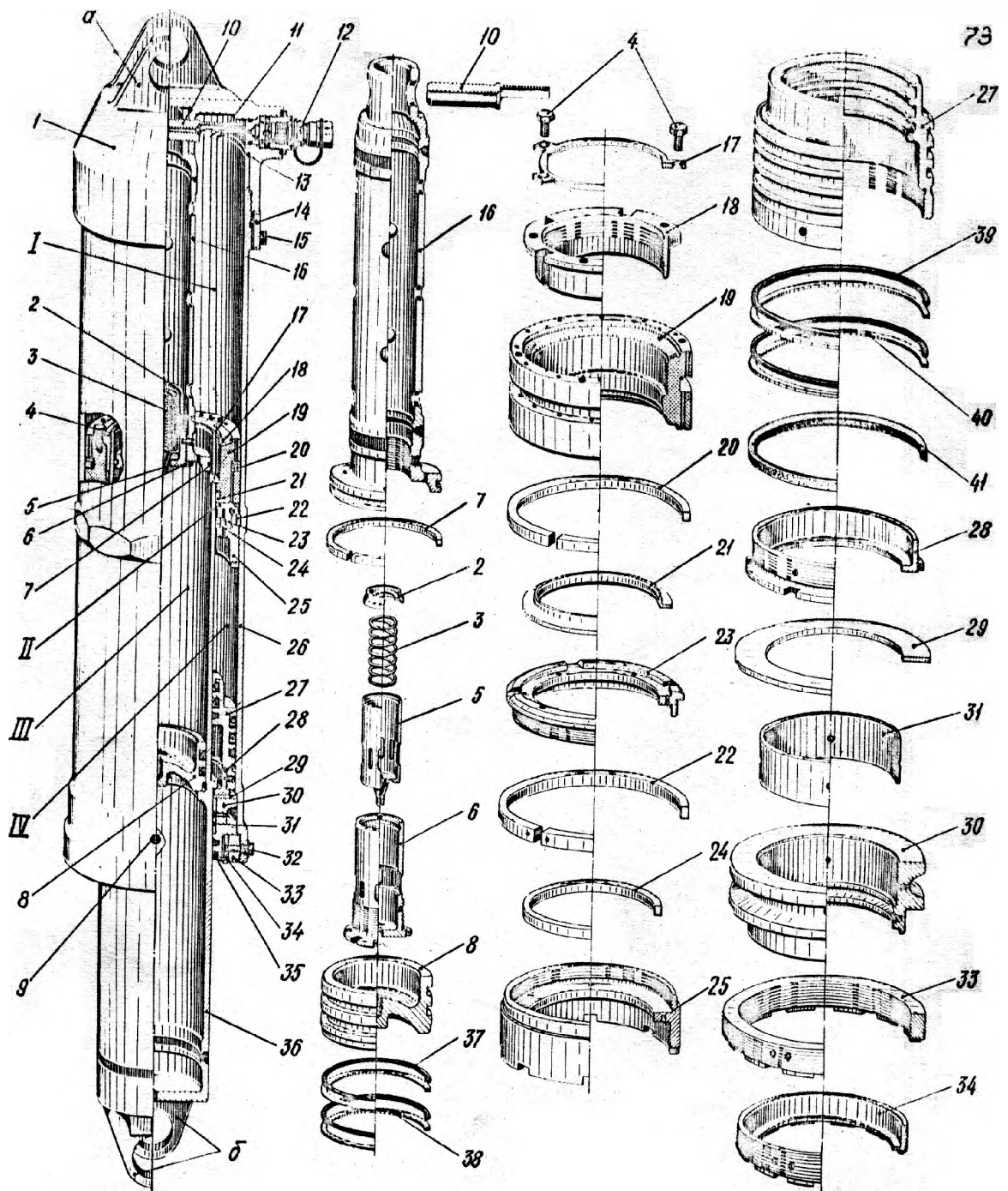


Рис. 6.5 Амортизатор главной стойки шасси вертолета Ми-24А [13]:

1-головка цилиндра; 2-гайка; 3-пружина; 4-контровочный болт; 5-противорезонансный клапан; 6-гайка-седло; 7-поршневое кольцо; 8-доннышко; 9-масленка; 10-палец; 11-трубка ограничения объема заливаемой жидкости; 12-зарядный клапан; 13-регулирующая шайба; 14-контровочная пластина; 15-болт крепления пластины; 16-плунжер; 17-контровочная шайба; 18-гайка верхней буксы; 19-верхняя букса; 20-кольцо-клапан; 21-упорная втулка; 22-упорное разжимное кольцо; 23-дресселирующая гайка; 24-кольцо-клапан; 25-стакан; 26-цилиндр; 27-промежуточный поршень; 28-гайка; 29-упорная шайба; 30-нижняя букса; 31-бронзовая втулка; 32-контровочный болт; 33-гайка; 34-гайка обтюлятора; 35-обтюратор; 36-шток; 37-резиновые уплотнительные кольца; 38, 40-фторопластовые уплотнительные кольца; 41-войлочное кольцо.

а - проушины для крепления амортизатора к раме пирамиды; б - проушины для крепления амортизатора к рычагу.

Амортизатор главной стойки шасси вертолета Ми-24А (рис. 6.5)

состоит из следующих основных частей: цилиндра 26 со стаканом 25, штока 30, промежуточного поршня 27, плунжера 16 и узла противорезонансного редуционного клапана 5. Цилиндр представляет собой стальную трубу, на которую сверху навинчена головка 1. Головка имеет проушины для крепления амортизатора к пирамидальной ферме. Между торцом трубы и головкой 1 установлена регулировочная шайба 13. В головке имеется штуцер под стандартный зарядный клапан 12 и гнездо для крепления плунжера 16.

В средней части цилиндра установлен стакан 25, в буртике которого сверху просверлены по окружности четыре отверстия диаметром 1,3 мм. В стакан 25 ввинчена и законтрена винтом дросселирующая гайка 23, в которой по окружности просверлены шесть отверстий диаметром 2,7 мм. Стакан и дросселирующая гайка удерживаются от продольных перемещений упорным разжимным кольцом 22 из материала 50ХФЛ, установленными в выточку цилиндра 20.

В нижней части цилиндра 20 смонтированы: стальная шайба 29, дюралюминиевая нижняя букса 30 с бронзовой втулкой 31 и войлочным кольцом, а также обтюратор 35.

В цилиндре двигается шток 30 с приваренной к нему головкой, имеющей проушины для крепления амортизатора к V-образному рычагу стойки. В верхней части штока имеются три радиальных отверстия диаметром 5 мм, расположенных под углом 120° . На шток 30 надет промежуточный поршень 27 из сплава АК6. На верхней части штока смонтированы упорная втулка 21, а также верхняя букса 19 из капролона, в выточку которой вставлено кольцо-клапан 20, изготовленное из чугуна марки МП. Сверху в буртике буксы 19 просверлены по внешней окружности 12 продольных отверстий диаметром 3 мм и по внутренней окружности четыре отверстия диаметром 1 мм, а снизу буксы - 15 отверстий диаметром 2,6 мм.

Плунжер 16 состоит из трубы, в которой просверлены десять отверстий диаметром 8 мм для пеногашения. Сверху трубы приварен переходник

для крепления плунжера к головке 1 цилиндра посредством пальца 10. Снизу трубы приварен поршень, в выточку которого установлено поршневое кольцо 7. В поршне просверлены четыре отверстия диаметром 1 мм. В плунжер ввинчена и застопорена винтом гайка-седло, на которой имеется центральное отверстие диаметром 6 мм. Внутри гайки-седла установлен противорезонансный клапан 5, в конусной части которого просверлены четыре отверстия диаметром 5 мм. Клапан прижимается к гайке-седлу спиральной пружиной 3, закрепленной гайкой 2.

Работа амортизатора. При посадке вертолета Ми-24 шток 36 движется вверх вследствие чего между камерами I и III создается перепад давлений. В первоначальный момент движения штока жидкость поступает из камеры III в камеру I через три радиальные отверстия диаметром 5 мм в верхней части штока и продольные шлицы фланцевой гайки 18, тем самым уменьшается гидравлическая нагрузка на противорезонансный клапан 5.

При последующем движении штока жидкость вытесняется через четыре калиброванных отверстия диаметром 1 мм в поршне плунжера 10 и центральное калиброванное отверстие в гайке-седле 6. При этом противорезонансный клапан 5 открыт ввиду малого сопротивления пружины 3. Одновременно уменьшается объем и повышается давление азота в камере I, поэтому жидкость при отжатом вниз кольце-клапане 20 протекает через 12 отверстий диаметром 3 мм в буртике верхней буксы 19, а затем перетекает в увеличивающуюся камеру II. При дальнейшем движении вверх шток своим наружным буртиком захватывает промежуточный поршень 27, который вытесняет жидкость из камеры IV в увеличивающуюся камеру II через четыре отверстия диаметром 1,3 мм в буртике стакана 25 и шесть отверстий в дроселирующей гайке 23. Таким образом, подключение по ходу штока до 100 мм дополнительной рабочей площади промежуточного поршня и сообщение жидкости большей скорости истечения при проталкивании через калиброванные отверстия (зазоры), а также затрата работы на сжатие азота поглощает энергию удара шасси о землю на прямом ходе.

При обратном ходе штока жидкость под давлением сжатого азота перетекает из камеры I в камеру III через четыре отверстия диаметром 1 мм в поршне плунжера, при этом противорезонансный клапан закрыт. Одновременно под действием перепада давлений между камерами I и II, а также сил трения кольцо-клапан 20 отжимается вверх и перекрывает все 12 верхних отверстий диаметром 3 мм в буксе 10. Поэтому для протока части жидкости из камеры II в камеру I останется только четыре верхние отверстия диаметром 1 мм в буксе. Другая часть жидкости перетекает из камеры II в камеру IV через шесть отверстий диаметром 2,7 мм в дросселирующей гайке 23, кольцевой зазор между этой гайкой и штоком 30 и четыре отверстия диаметром 1,3 мм в буртике стакана 25, перемещая вниз промежуточный поршень 27. После того, как промежуточный поршень 27 дойдет до нижней буксы 30, жидкость будет перетекать из камеры II только в камеру I через те же четыре верхние отверстия диаметром 1 мм в буксе 10. Так как суммарная площадь всех калиброванных отверстий для протока жидкости на обратном ходе значительно меньше, чем суммарная площадь отверстий на прямом ходе, то обратное движение штока будет проходить медленнее.

Работа амортизатора при поперечных колебаниях вертолета типа "земной резонанс" характеризуется малыми скоростями хода штока - порядка 0,06-0,08 м/с - в то время, как на прямом ходе скорость штока достигает 1,5-2,0 м/с. При таких малых скоростях штока необходимо создать сопротивление (дросселирование) перетеканию жидкости между камерами I и III через строго калиброванные отверстия. Исходя из этого, количество и диаметр отверстий в поршне плунжера 10 (четыре отверстия диаметром 1 мм), а также величина затяжки пружины 3 противорезонансного клапана 5 подобраны из условий гашения колебаний «земного резонанса». Таким образом, поглощение энергии удара на прямом ходе происходит за счет протока жидкости как через калиброванные отверстия в поршне плунжера 10 и гайке-седле 6, а гашение колебаний «земного резонанса» возможно только за счет протока жидкости через отверстия в поршне плунжера при закрытом клапане 5.

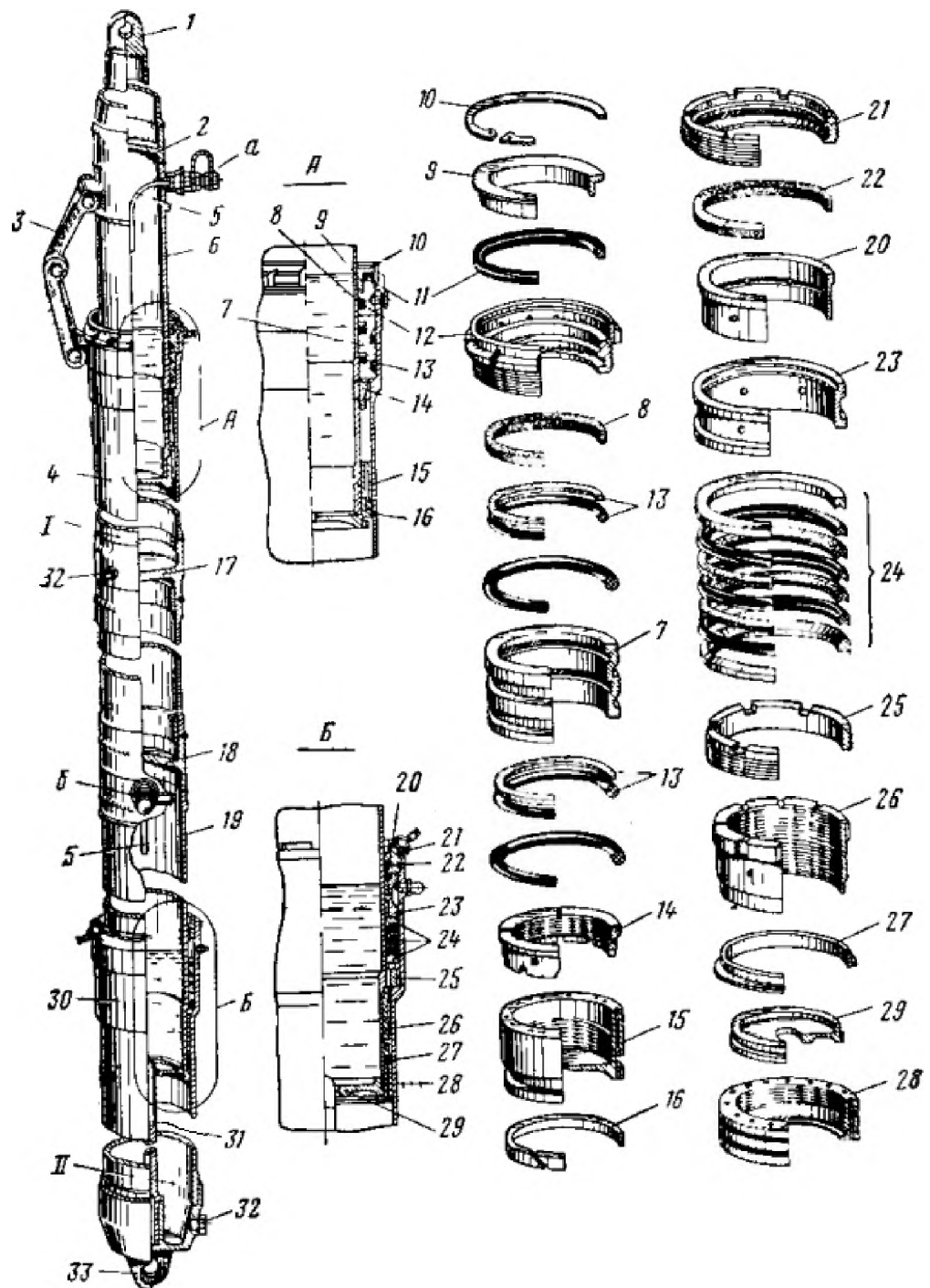


Рис. 6.6 Двухкамерный жидкостно-газовый амортизатор основной стойки Ми-8 [5]:

I- камера низкого давления; II -камера высокого давления; 1 - проушина для крепления амортизатора к узлу фюзеляжа. 2 - перегородка; 3 - шлиц шарнир. 4-шток-цилиндр камеры низкого давления; 5-трубка ограничения заливки жидкости. 6-шток камеры низкого давления; 7-букса камеры низкого давления; 8 - войлочное кольцо; 9 - втулка; 10 -разжимное пружинное контровочное кольцо. 11 - буферное резиновое кольцо; 12 - гайка; 13 — уплотнительные кольца; 14 - гайка; 15 - нижняя букса камеры низкого давления; 16 - кольцо-клапан; 17, 18 - перегородки. 19 - шток камеры высокого давления. 20 -втулка; 21 - гайка. 22 - войлочное кольцо; 23 - верхняя букса камеры высокого давления; 24 - уплотнительные кольца, 25 – гайка; 26 - упорная втулка; 27 - кольцо-клапан. 28 - нижняя букса камеры высокого давления; 29 - диффузор; 30 -шток-цилиндр высокого давления; 81 - профилированная игла; 32 - пробка сливного штуцера; 33 - проушина. а, б — зарядные клапаны.

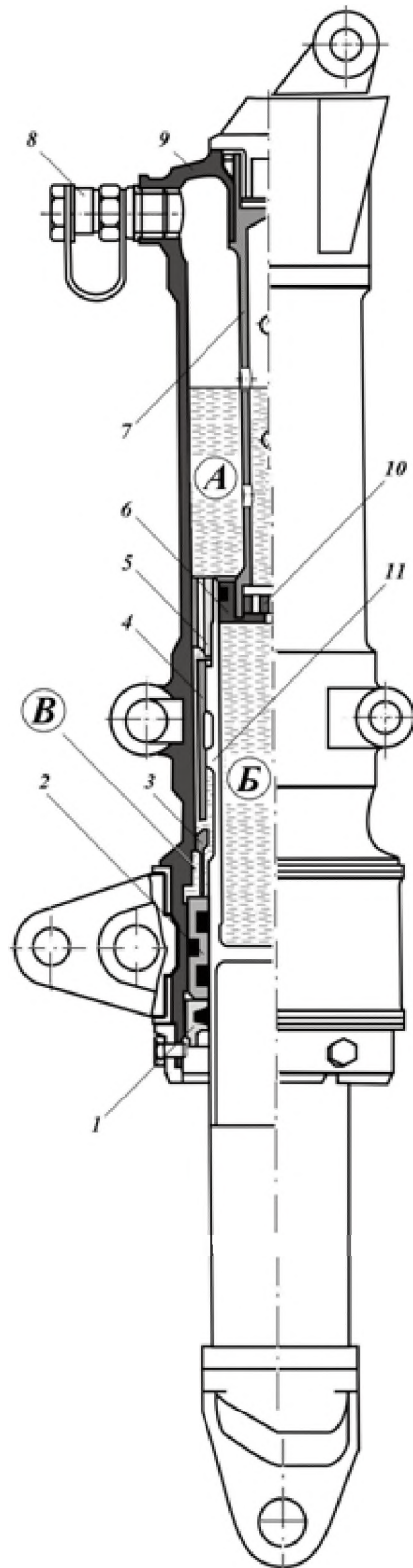


Рис 6.7 Амортизатор передней опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" [9]:

1 – гайка; 2- нижняя бусса; 3- неподвижный кулачок; 4- подвижный кулачок; 5 – верхняя бусса; 6 – гайка плунжера; 7 – плунжер; 8 - зарядный клапан; 9 – цилиндр; 10 – клапан; 11 - шток.

Амортизатор передней опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" (рис. 6.7) состоит из цилиндра 9, штока 11, плунжера 7, поворотной втулки, механизма установки колес по полету 8. На цилиндре в верхней части приварена проушина крепления передней опоры к фюзеляжу (шп. №2). Здесь же в верхней части расположен зарядный клапан 8. В средней части цилиндра расположена проушина для крепления передней опоры к фюзеляжу (шп. №2). Под проушиной расположена поворотная втулка, которая верхней частью упирается в выступы-фланцы на цилиндре, а снизу удерживается гайкой. Внутри цилиндра в верхней части крепится плунжер 7, внизу – нижняя букса 2 (она является направляющей для штока) и нижний фиксатор механизма установки переднего колеса по полету. Снизу букса затягивается гайкой. Плунжер 7 предназначен для пеногашения рабочей жидкости и выполнен в виде трубы с поршнем. В трубе имеются радиальные отверстия диаметром 12 мм. В поршне плунжера имеется гайка 6, являющаяся ограничителем перемещения клапана 10. В гайке выполнено одно осевое отверстие диаметром 5 мм. На клапане имеются два осевых отверстия диаметром 3,5 мм и одно отверстие диаметром 2 мм. На прямом ходе клапан давлением рабочей жидкости перемещается вверх, (рабочая жидкость проходит через все отверстия клапана), на обратном ходе – клапан прижат к гайке (рабочая жидкость проходит только через осевое отверстие диаметром 2 мм). Шток 11 расположен внутри цилиндра. В нижней части штока имеется проушина для крепления к вилке. Поворотная втулка устанавливается на цилиндре амортизатора на двух бронзовых втулках. Она обеспечивает разворот переднего колеса при рулении или буксировке вертолётa и установку колеса по полету при отрыве вертолета в процессе взлета. Механизм установки колеса по полету состоит из верхнего и нижнего фиксаторов (неподвижного и подвижного кулачков). Верхний фиксатор крепится к штоку, нижний – к цилиндру. При отрыве вертолета от земли происходит распрямление амортизатора, верхний фиксатор входит во впадину нижнего фиксатора, и передние колеса устанавливаются по полету.

Работа амортизатора на прямом ходе. Прямой ход амортизатора начинается с момента (см. рис. 6.8), когда внешняя сила, действующая на шток, становится больше силы давления предварительной зарядки амортизатора азотом. Шток при этом начинает перемещаться вверх. Объем полости Б уменьшается, и давлением жидкости, перетекающей через центральное отверстие гайки плунжера диаметром 5 мм, клапан торможения обратного хода перемещается вверх до упора. За счет прохождения рабочей жидкости через осевое отверстие клапана диаметром 2 мм и два открывшихся дополнительных отверстия диаметром 3,5 мм, скорость перемещения штока возрастает. Рабочая жидкость из полости Б вытесняется в полость А. При этом радиальные отверстия в плунжере диаметром 12 мм обеспечивают пеногашение рабочей жидкости. Из полости А жидкость вытесняется в увеличивающуюся по объему полость В через 27 отверстий диаметром 2,5 мм в верхней капролоновой буксе. На прямом ходе штока уровень жидкости в полости А повышается, сжимая азот. Давление азота возрастает. Движение штока вверх продолжается до наступления равновесия между нагрузкой на шток и усилием, создаваемым сжатым азотом.

Работа амортизатора на обратном ходе. Обратный ход начинается с момента, когда усилие со стороны сжатого азота становится больше нагрузки, действующей на шток. Под действием давления сжатого азота шток перемещается вниз. Происходит процесс, обратный описанному на прямом ходе. Жидкость из полости А вытесняется в полость Б только через осевое отверстие клапана торможения обратного хода диаметром 2 мм, так как клапан находится в нижнем положении и прижат к буртику гайки давлением жидкости, а, следовательно, два дополнительных отверстия в клапане диаметром 3,5 мм закрыты. На обратном ходе рассеивается большая часть энергии, воспринятой амортизатором. Это достигается за счет уменьшения площади проходных сечений, через которые вытесняется рабочая жидкость. В результате работа, затрачиваемая на проталкивание жидкости, увеличивается, и шток движется медленнее.

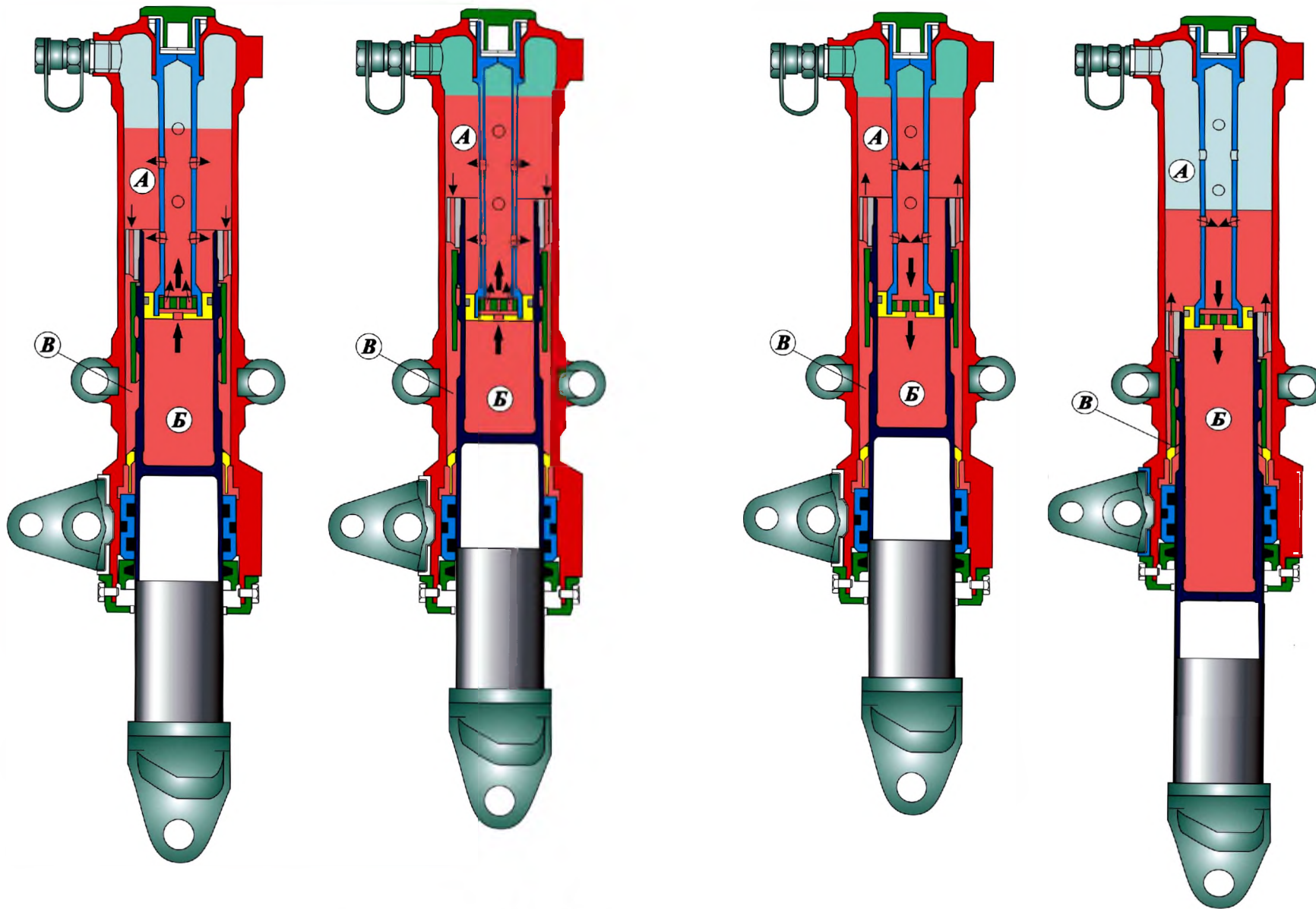


Рис. 6.8 Работа амортизатора передней опоры [9]

ПРЯМОЙ ХОД

ОБРАТНЫЙ ХОД

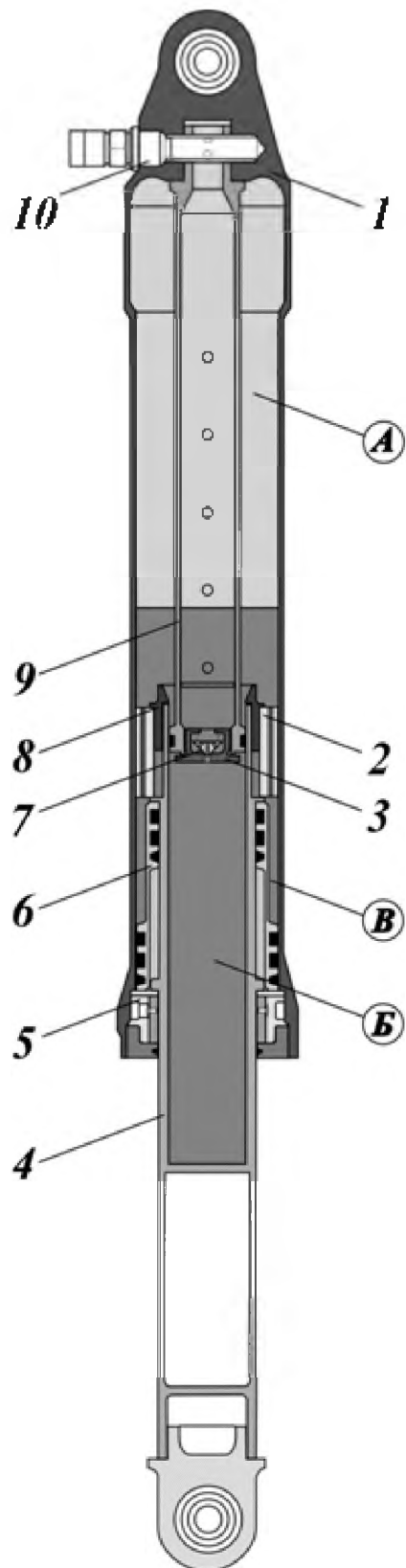


Рис 6.9 Амортизатор основной опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" [9]:

1 – цилиндр; 2 – верхняя бусса; 3 – гайка – седло; 4 – шток; 5 – нижняя бусса; 6 – промежуточный поршень; 7 – противорезонансный клапан; 8 – гайка; 9 – плунжер с поршнем; 10 – зарядный клапан.

Амортизатор основной опоры шасси вертолета "АНСАТ-У" (рис. 6.9) состоит из: цилиндра 1, штока 4, плунжера с поршнем 9, противорезонансного клапана 7. На цилиндре в верхней части расположен зарядный клапан 10, через который осуществляется заправка амортизатора маслом АМГ-10 и зарядка сжатым азотом. Внутри цилиндра сверху крепится плунжер с поршнем. Внизу на внутренней поверхности цилиндра крепится букса 5, которая является направляющей для штока.

На штоке в верхней части навинчена гайка с войлочным уплотнительным кольцом. На гайке крепится верхняя капролоновая букса 2 с резиновыми уплотнительными кольцами, имеющая двадцать семь отверстий диаметром 2 мм. Внутри штока установлено доньшко. На среднюю часть штока одет промежуточный поршень 6, который может перемещаться относительно штока до 40 мм и образует полость В. Опорами штока являются две буксы, верхняя капролоновая 2, которая крепится на штоке и нижняя букса 5, которая крепится к цилиндру 1. Внизу на штоке имеется узел для шарнирного крепления к рычагу.

Плунжер предназначен для уменьшения пенообразования рабочей жидкости и выполнен в виде трубы с поршнем. В трубе имеются радиальные отверстия диаметром 12 мм. В поршне плунжера установлено резиновое уплотнительное кольцо. В нижней части плунжера ввернута гайка-седло 3 с центральным отверстием диаметром 6 мм. Внутри гайки-седла установлен противорезонансный клапан 7 с пружиной, предназначенный для гашения колебаний типа "земной резонанс".

В клапане 7 выполнены четыре наклонных отверстия диаметром 5 мм и одно центральное отверстие диаметром 3 мм. Клапан под действием пружины прижат к гайке-седлу 3, при этом закрыто центральное отверстие (\varnothing 6 мм) гайки-седла и четыре отверстия (\varnothing 5 мм) в клапане. Рабочая жидкость перетекает из полости Б в полость А только через центральное отверстие в клапане (\varnothing 3 мм). Центральное отверстие в клапане 7 и затяжка пружины подобраны из условия гашения колебаний типа "земной резонанс".

Работа амортизатора на прямом ходе. Прямой ход амортизатора начинается с момента (см. рис. 6.10), когда внешняя сила, действующая на шток, становится больше силы давления предварительной зарядки амортизатора азотом. Шток при этом начинает перемещаться вверх. Прямой ход амортизатора осуществляется в два этапа. Первый этап – шток перемещается на 70 мм, а на втором этапе шток перемещается на 125 мм. С началом первого этапа объем полости Б уменьшается, и рабочая жидкость вытесняется в полость А. Давлением жидкости, перетекающей через центральное отверстие гайки-седла диаметром 6 мм, противорезонансный клапан, сжимая пружину, перемещается вверх до упора. За счет прохождения рабочей жидкости через осевое отверстие клапана диаметром 3 мм и открывшихся четырех дополнительных отверстий диаметром 5 мм, скорость перемещения штока возрастает. Из полости А жидкость вытесняется в увеличивающуюся по объему полость В через 27 отверстий диаметром 2 мм в верхней капролоновой буксе. Уровень жидкости в полости А повышается, сжимая азот.

На втором этапе прямого хода шток своим буртиком захватывает промежуточный поршень, который вступает в работу. Объем полости В перестает изменяться и, следовательно, прекращается перетекание рабочей жидкости из полости А в полость В. Вытеснение рабочей жидкости осуществляется только через отверстия в клапане, на что, соответственно, затрачивается энергия удара. Подключение в работу промежуточного поршня позволяет более эффективно поглотить и рассеять энергию, воспринимаемую амортизатором.

Работа амортизатора на обратном ходе. Обратный ход начинается с момента, когда усилие со стороны сжатого азота становится больше нагрузки, действующей на шток амортизатора. Под действием давления сжатого азота шток перемещается вниз. Объем полости Б увеличивается, и жидкость из полости А вытесняется в полость Б. Проталкивание жидкости осуществляется только через осевое отверстие клапана плунжера диаметром 3 мм, так как четыре дополнительных отверстия в клапане диаметром 5 мм закрыты,

поскольку клапан находится в нижнем положении и прижат к буртику гайки давлением жидкости и усилием пружины. Промежуточный поршень движется вниз вместе со штоком и объём полости В при этом не изменяется, и перетекание жидкости через отверстия в верхней буксе не происходит.

Амортизатор хвостовой опоры вертолета "АНСАТ-У " включает в себя цилиндр 7, шток 3, плунжер с поршнем 1, подвижную и неподвижную буксы 5,6 (рис. 6.11). Внутри цилиндра установлен плунжер с поршнем, который является направляющим для штока 3. В верхней части цилиндра установлена неподвижная бронзовая букса 5 с резиновыми и фторопластовыми уплотнительными кольцами, разрезная упругая дюралюминиевая втулка. В нижней части штока установлена подвижная бронзовая букса 6, которая зафиксирована гайкой. В верхней части плунжера установлена гайка с калиброванным отверстием диаметром 3,5 мм. В нижней части штока 3 выполнено три калиброванных отверстия диаметром 4,5 мм, которые расположены под углом 120° для перетекания жидкости.

Прямой ход амортизатора начинается с момента, когда внешняя сила, действующая на цилиндр, становится больше силы давления предварительной зарядки амортизатора азотом. При грубой посадке вертолета, сопровождаемой ударом о землю, цилиндр амортизатора перемещается вверх. Объём полости А уменьшается, и жидкость перетекает в полость Б через центральное отверстие гайки диаметром 3,5 мм и три отверстия в штоке диаметром 4,5 мм. На прямом ходе уровень жидкости в полости Б повышается, сжимая азот. Движение цилиндра вверх продолжается до наступления равновесия между нагрузкой на опорную пятую и усилием, создаваемым сжатым азотом. После снятия нагрузки амортизатор совершает обратный ход.

Обратный ход амортизатора начинается с того момента, когда усилие со стороны сжатого азота становится больше, чем нагрузка, действующая на цилиндр. Под действием давления сжатого азота, цилиндр перемещается вниз. Происходит процесс, обратный, описанному при работе амортизатора на прямом ходе.

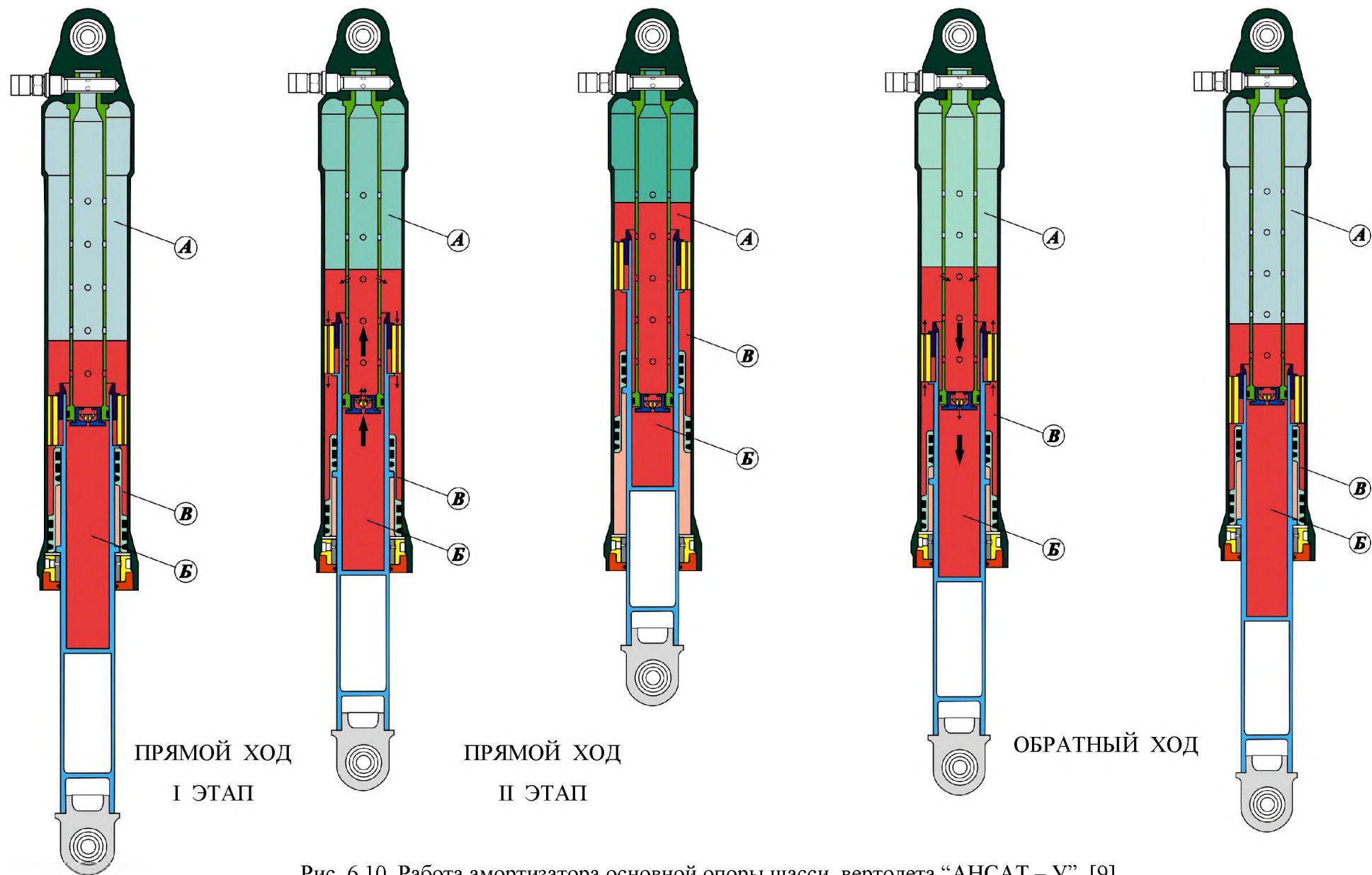


Рис. 6.10 Работа амортизатора основной опоры шасси вертолета “АНСАТ – У” [9]

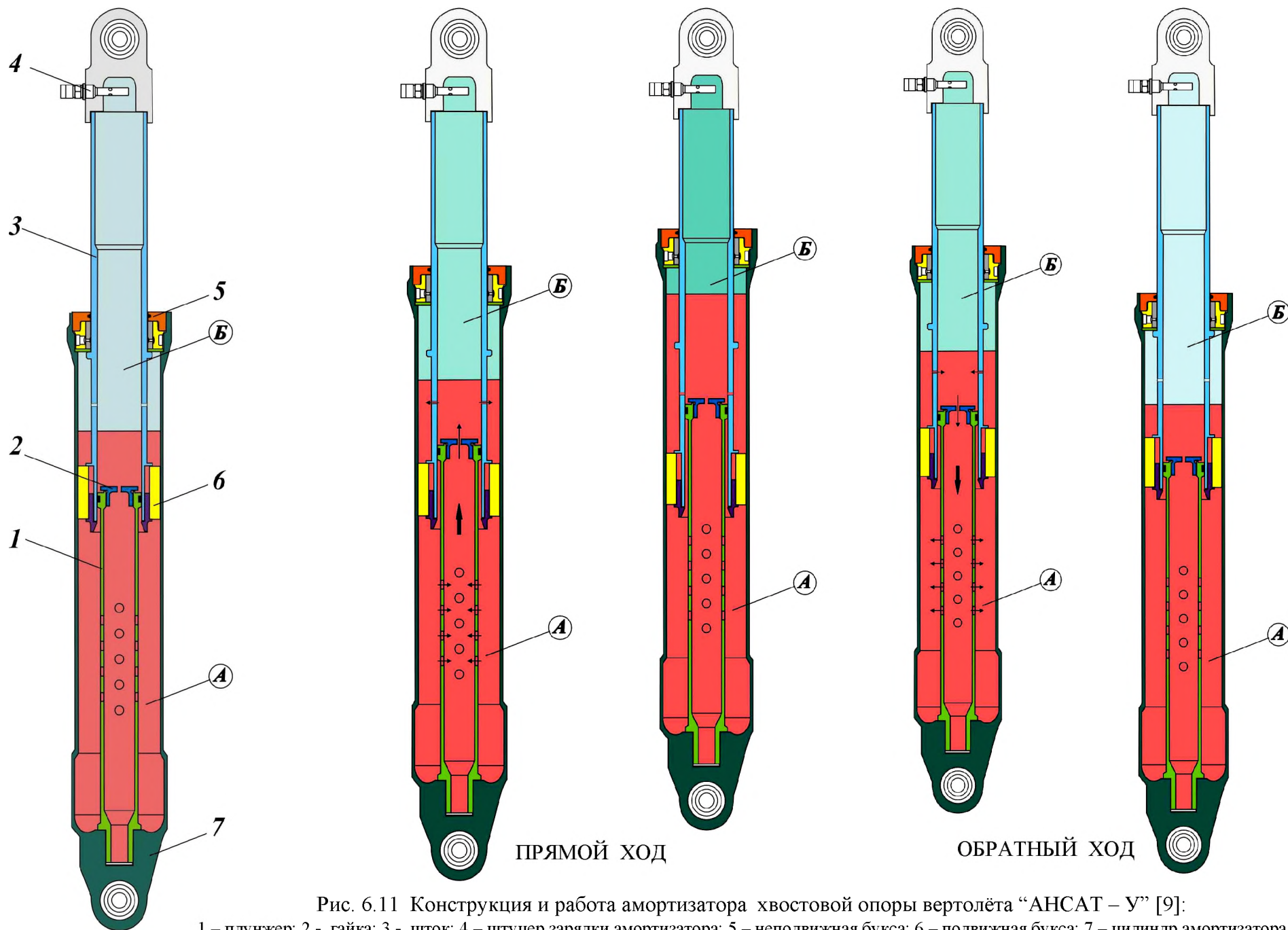


Рис. 6.11 Конструкция и работа амортизатора хвостовой опоры вертолёта “АНСАТ – У” [9]:
 1 – плунжер; 2 - гайка; 3 - шток; 4 – штуцер зарядки амортизатора; 5 – неподвижная бусса; 6 – подвижная бусса; 7 – цилиндр амортизатора

7. Отстройка от земного резонанса подбором демпфирующих свойств амортизаторов шасси. Двухкамерные амортизаторы.

Колебания вертолета при земном резонансе в основном происходят в поперечной плоскости в связи с тем, что длина фюзеляжа вертолета существенно больше ширины и, следовательно, момент инерции вертолета относительно поперечной оси значительно превышает момент инерции относительно продольной оси. При возникновении земного резонанса практическое значение имеют две формы поперечных колебаний (рис. 7.1).

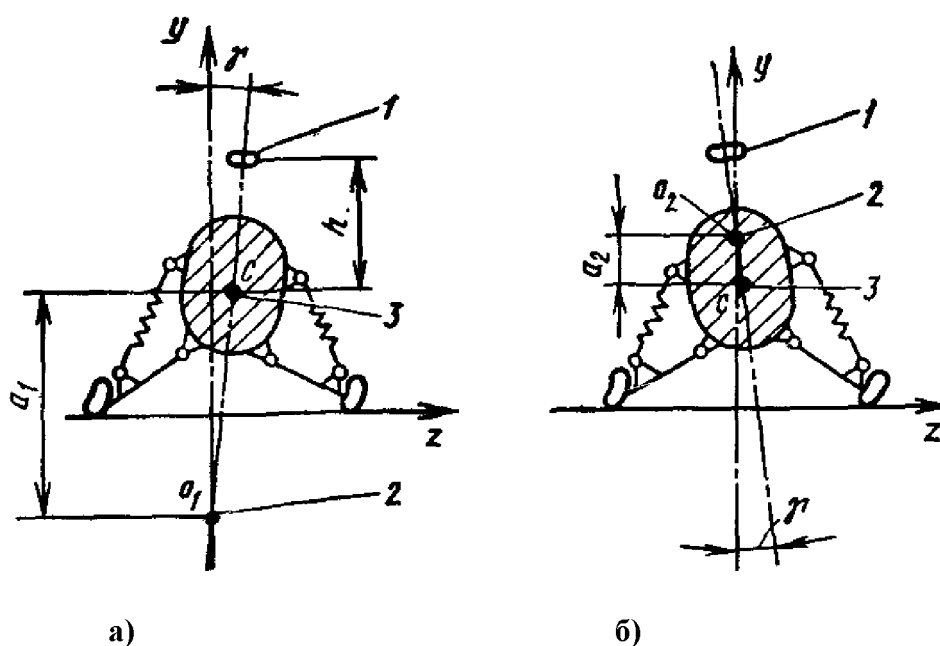


Рис. 7.1 Формы колебаний фюзеляжа при земном резонансе [2]: а- по 1-ой и б- по 2-ой форме. 1-втулка НВ, 2-полюс (неподвижная точка), 3-центр тяжести.

При колебании вертолета по 1-ой форме происходит боковое смещение центра масс вертолета и поворот вертолета на некоторый угол относительно центра масс. Это происходит при остановке несущего винта после посадки вертолета или на начальном этапе раскрутки винта перед взлетом, когда тяга несущего винта близка к нулю, частота вращения его невелика и нагрузки на амортизаторы шасси практически равны стояночным. Здесь работает вся система амортизации шасси (и амортизаторы вместе с пневматиками), которая эффективно может использоваться для устранения «земного резонанса». Колебания вертолета по второй форме происходят относительно центра масс

вертолета без его смещения. Они возникают перед отрывом вертолета от земли или в начальный момент его посадки, когда тяга несущего винта близка к силе тяжести, действующей на вертолет. При этом стойка шасси не нагружена. А поскольку она начинает работать только при определенной начальной нагрузке (начинает обжиматься при осевой нагрузке, превышающей начальную затяжку амортизатора и трение в уплотнениях амортизатора), на этих режимах амортизатор стойки выключается из процесса амортизации колебаний вертолета и работает как жесткий стержень. Поскольку демпфирующие свойства пневматиков малы, то общее демпфирование шасси на этих режимах близко к нулю. Поэтому частота колебаний вертолета по второй форме значительно больше, чем по первой.

Радикальным способом устранения «земного резонанса» мог быть подбор жесткостных характеристик шасси, при которых собственные колебания вертолета по первой и второй формам (где возможен «земной резонанс») превышают рабочий диапазон частот вращения несущего винта. Однако в реальной конструкции шасси это невозможно из-за низкой упругости пневматика. И чтобы не попасть в резонанс, стремятся перейти на низкие частоты колебаний вертолета по первой форме. Для этого необходимы амортизаторы с пониженной жесткостью, что приводит к чрезмерно большим ходам амортизатора и уменьшает демпфирующие свойства амортизатора при посадке вертолета. Вместе с тем, для отстройки от резонанса по второй форме стремятся увеличить жесткость пневматика и иметь достаточное демпфирование амортизатора уже в самом начале хода штока.

Разрешают это противоречие двумя способами: используют в конструкции главных стоек шасси двухкамерные амортизаторы; применяют амортизатор со специальным клапаном, который обеспечивает требуемое изменение жесткостных характеристик амортизатора в процессе его обжатия.

В двухкамерных амортизаторах (рис. 7.2,а) одна камера (низкого давления) предназначена для демпфирования колебаний вертолета при низких

нагрузках на шасси, когда тяга несущего винта примерно равна весу вертолета, другая (высокого давления) предназначена для восприятия больших нагрузок на шасси в процессе посадки вертолета. При развитии «земного резонанса» работает только камера низкого давления, при ударе она быстро выбирает свои возможности и работает как шток камеры высокого давления. Для того, чтобы амортизатор мог вовремя вступать в работу для гашения земного резонанса усилие предварительной затяжки не должно превышать 10% от P_{\max} . Двухкамерный амортизатор имеет большую длину и его удобно применять, когда нет ограничений на размеры стойки.

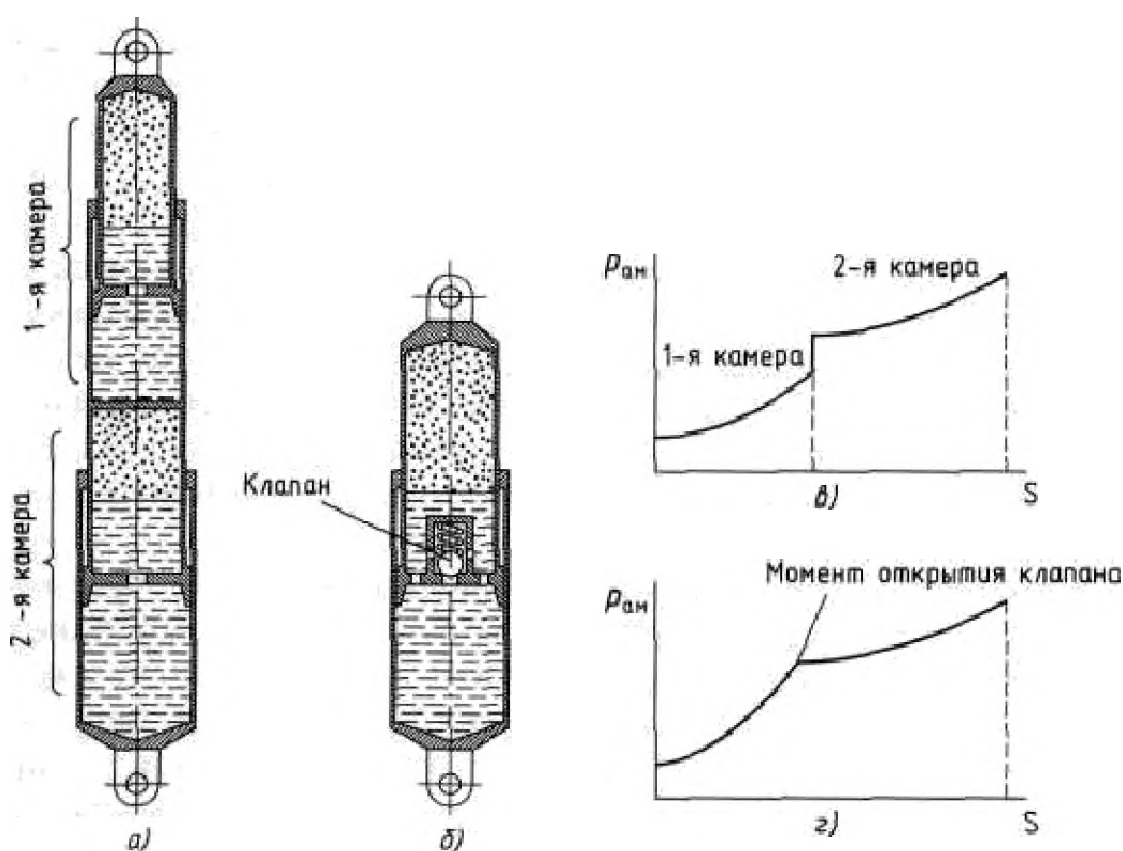


Рис. 7.2 Амортизационные стойки колесного шасси для борьбы с «земным резонансом» [4]: а- двухкамерная и б- однокамерная с клапаном; в, г- типовые диаграммы статического обжатия двухкамерного и однокамерного с клапаном амортизаторов; $P_{ан}$ - давление в камере амортизатора; S -ход штока амортизатора.

При втором способе используется один амортизатор, в который устанавливают специальный пружинный клапан (рис. 7.2,б). Он открывается только тогда, когда сила сжатия в амортизаторе превышает некоторое критическое

значение P_{kp} . При нагрузке на амортизатор меньше P_{kp} открыты отверстия в поршне штока амортизатора, выбранные из условия «земного резонанса». При нагрузках больше P_{kp} клапан открывается и открываются дополнительные отверстия большего диаметра, размеры которых выбирают из условий посадки вертолета.

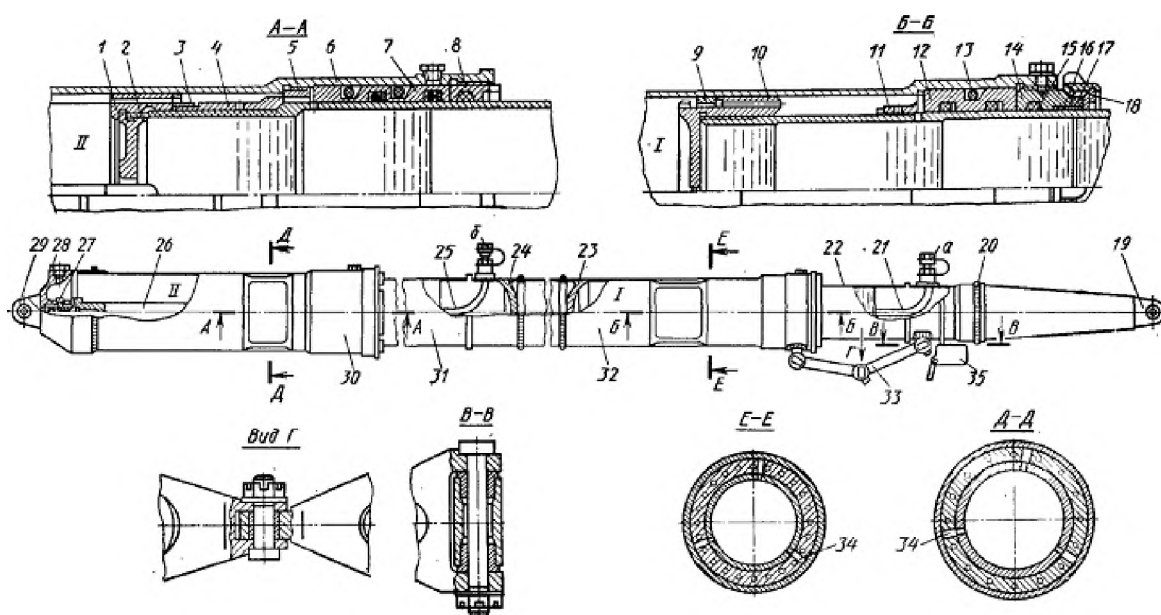


Рис. 7.3 Конструкция двухкамерного амортизатора главной стойки шасси Ми-17 [15]:

I-камера низкого давления (НД). II- камера высокого давления (ВД); 1-буksа. 2-диффузор. 3,9-клапаны обратного торможения. 4-упорная втулка. 5,8,11,14-гайки. 6,30-корпусы цилиндра ВД. 7,10,12-буksы. 13-уплотнительное кольцо. 15-сальник. 16-втулка-буфер. 17-амортизационное резиновое кольцо. 18-стопорное кольцо. 19-ухо крепления амортизатора к фюзеляжу. 20-доньшко. 21,25-трубки уровня жидкости. 22-шток камеры НД. 23,24-переходники. 26-профилированная игла. 27,34-стопорные винты. 28-штуцер слива жидкости. 29-вилчатый наконечник. 31-шток камеры ВД. 32-цилиндр камеры НД. 33-шлиц-шарнир. 35-механизм включения гидроупора.

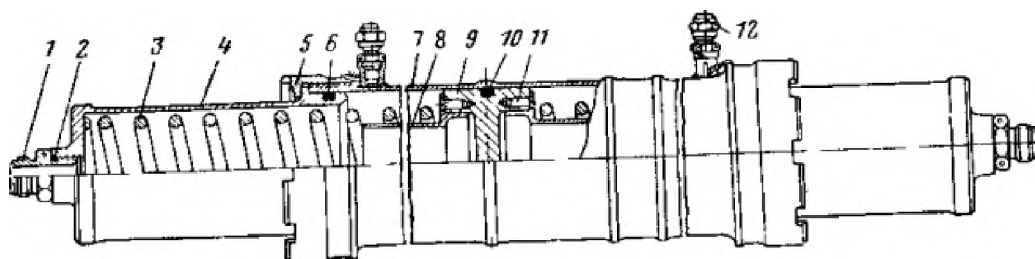
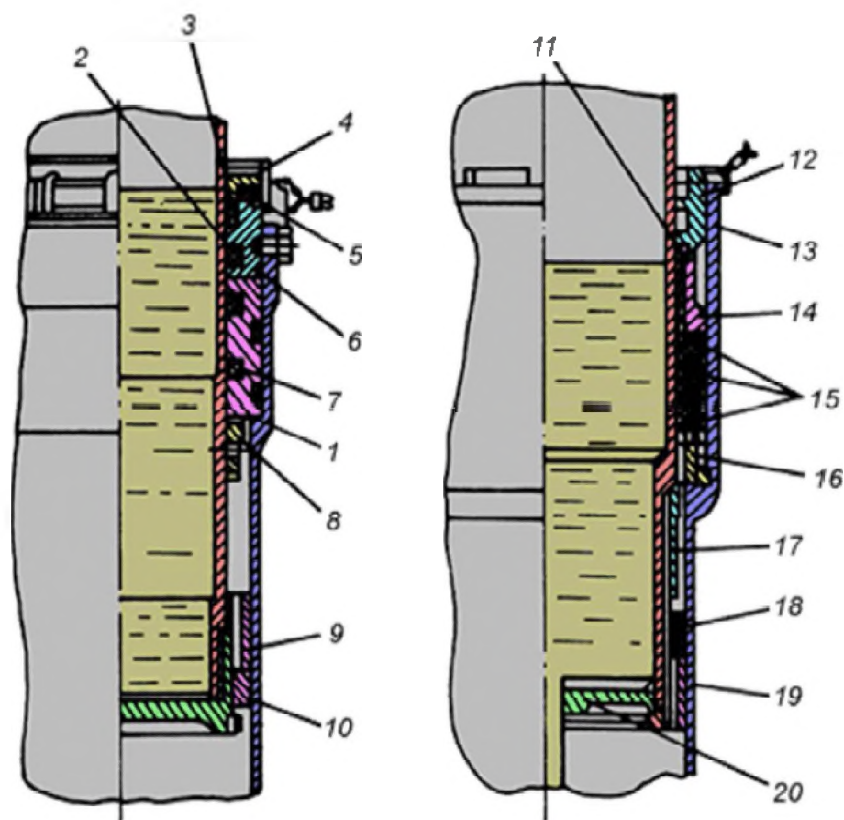


Рис. 7.4 Устройство пружинного демпфера главной стойки шасси Ми-8 [5]:

1-штуцер; 2-кольцо уплотнительное; 3-пружина; 4-обойма пружины; 5-накидная гайка; 6-кольцо уплотнительное; 7-корпус демпфера; 8-хвостовик поршня; 9-поршень; 10-кольцо уплотнительное; 11-винт; 12-штуцер с заглушкой для стравливания воздуха из системы.



Камера НД

Камера ВД

Рис. 7.5 Устройство камер низкого и высокого давления главной стойки шасси Ми-8 [10]:

1,10,15,19-буksы; 2-сальник; 3-втулка-буфер; 4,5,13-кольца; 6,8,12,16-гайки; 9-клапан обратного хода; 18-клапан торможения на обратном ходе; 20-диффузор.

Двухкамерный амортизатор главной стойки шасси вертолета Ми-17 (см. рис. 7.3) предназначен для смягчения ударов при посадке и для гашения поперечных колебаний типа "земной резонанс". Наличие камер низкого (верхняя) и высокого (нижняя) давления обеспечивает устранение поперечных колебаний, которые могут возникнуть при пробеге или разбеге вертолета, когда НВ снимает значительную часть нагрузки с шасси. Кроме того камера НД делает шасси более "мягким" при рулении вертолета.

Амортизатор своим верхним узлом крепится к комбинированному узлу, установленному на шпангоуте № 10 фюзеляжа, а нижним - к полуоси. Задний подкос крепится к узлу шпангоута № 13 и полуоси, которая соединена с узлом на шпангоуте № 11. Обе камеры снабжены зарядными клапанами, трубками уровня жидкости и сливными пробками. Для предотвращения от проворачивания цилиндра относительно штока камеры низкого давления они

соединены между собой шлиц-шарниром (см. рис. 7.6). На штоке камеры низкого давления выше узла крепления шлиц-шарнира хомутом укреплен микровыключатель, который на земле включает гидроупор, ограничивающий наклон назад тарелки автомата перекоса до $2^\circ \pm 12'$. Цилиндры и штоки камер низкого и высокого давлений - сварной конструкции, выполнены из высоколегированной стали 30ХГСА и термически обработаны.

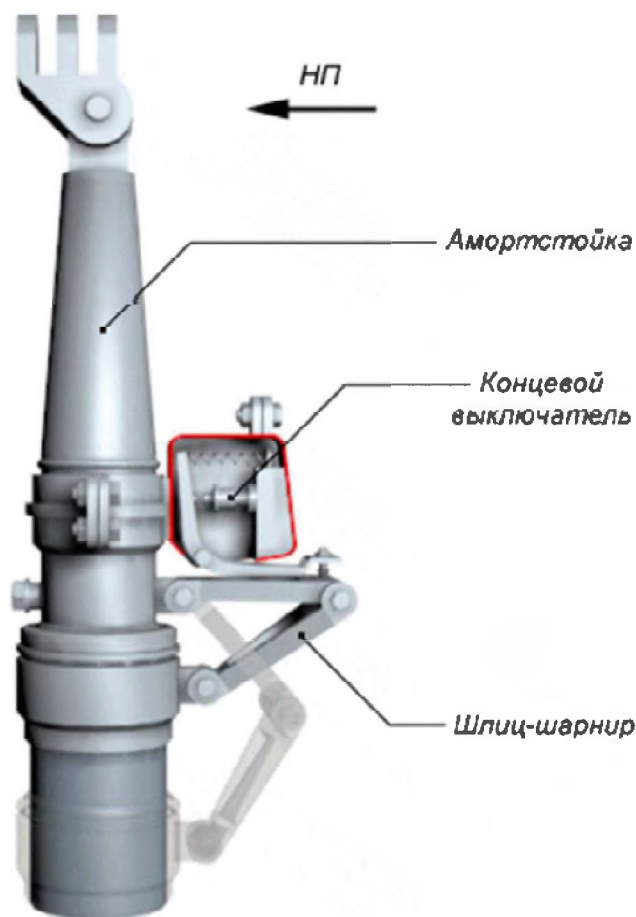


Рис. 7.6 Расположение шлиц-шарнира и концевого выключателя главной стойки Ми-8 [10]

Камера низкого давления (НД) состоит из цилиндра, букс *1* и *10*, сальника *2*, втулки-буфера *3*, клапана обратного хода *9*, колец *4*, *5*, *13*, гаек *6* и *8*.

Камера высокого давления (ВД) цилиндра, штока, верхней и нижней букс *19* и *15*, клапана торможения на обратном ходе *18*, диффузора *20*, гаек *12* и *16* и уплотнений (см. рис. 7.5). Шлиц-шарнир имеет два звена, соединенные между собой, а также со штоком и цилиндром посредством болтов и бронзовых втулок.

Во время посадки вертолета совершается прямой ход, первой срабатывает камера низкого давления, и после полного ее обжатия вступает в работу камера высокого давления. Шток камеры низкого давления вытесняет жидкость из полости цилиндра. Жидкость перетекает через центральное отверстие буксы в полость штока, а также через кольцевой зазор нижнего буртика буксы, клапана торможения и осевые отверстия в буксе в увеличивающуюся по объему кольцевую полость между штоком и цилиндром. Жидкость, поступая в полость штока, сжимает азот, который аккумулирует значительную часть кинетической энергии удара. После полного обжатия штока камеры низкого давления вступает в работу камера высокого давления амортизатора. При движении штока вниз жидкость вытесняется из полости цилиндра через кольцевой зазор между отверстием в диффузоре и профилированной иглой в полость штока, а также через осевые отверстия в буксе и клапан торможения в кольцевую полость между штоком и цилиндром. Таким образом, так же, как в камере низкого давления, при прямом ходе кинетическая энергия удара расходуется на сжатие азота, преодоление гидравлических сопротивлений и трение подвижных частей.

Обратный ход в камере высокого давления совершается за счет аккумулированной энергии азотом после приращения действия перегрузок. При обратном ходе штока жидкость из кольцевой полости через отверстия в клапане торможения перетекает в цилиндр, вследствие чего резко увеличивает гидравлическое сопротивление и тем самым затормаживается выход штока при обратном ходе. Кроме того, жидкость через кольцевой зазор между центральным отверстием в диффузоре и профилированной иглой перетекает в полость цилиндра. Энергия сжатого азота при обратном ходе расходуется на преодоление гидравлического сопротивления и трение.

Для гашения поперечных колебаний вертолета дополнительно устанавливают пружинный демпфер (см. рис. 7.4). Устройство его таково, что он не меняет характеристики шасси при посадке на оба основных колеса одновременно, но значительно снижает жесткость шасси при колебаниях.

8. Кинематические схемы уборки и выпуска колесного шасси. Конструкция механизмов управления уборки-выпуска шасси.

Кинематические схемы уборки и выпуска шасси определяют:

- положение стойки шасси в убранном и выпущенном положениях;
- траектории движения элементов конструкции стойки;
- кинематические характеристики всех подвижных и неподвижных шарнирных соединений шасси;
- геометрические параметры механизмов уборки и выпуска стойки шасси и створок;
- местоположение замка, фиксирующего стойку шасси в убранном положении.

Кинематический анализ схемы уборки и выпуска позволяет согласовать параметры механизма уборки и выпуска и энергетической системы, обеспечивающей уборку и выпуск за время, заданное техническими требованиями; оценить совершенство кинематической схемы и внести в нее необходимые изменения.

С точки зрения решения тех или иных проектно-конструкторских вопросов убираемых в полете шасси кинематических схем очень много. На подавляющем большинстве вертолетов кинематические схемы уборки и выпуска стоек шасси выполнены таким образом, что поворот стойки и перемещение ее элементов из одного положения в другое осуществляются в одной из плоскостей связанной системы координат вертолета (либо параллельной ей): передние опоры — в плоскости XOY , основные — в плоскостях XOY или YOZ . Но можно выделить некоторые проблемы, решение которых определяет целесообразность классификации кинематических схем, что позволит выявить положительные и отрицательные свойства выбираемых схем уборки, способов поворотов и линейных перемещений колес и амортизаторов при уборке и выпуске шасси и разработать рекомендации для проектирования. В

настоящее время стойки шасси балочного типа наиболее часто используются для убирающихся шасси современных вертолетов (рис. 8.1). Балка дает возможность объединить и сблизить основные элементы стойки, что позволяет уменьшить потребные объемы ниш шасси, площади створок этих ниш и число самих створок. В большинстве схем убирающихся шасси балка вращается относительно неподвижной оси, а вращение остальных кинематических звеньев стойки происходит относительно осей, параллельных оси балки, что позволяет упростить конструкцию шарниров. Как правило, балочные убирающиеся шасси выполняют по статически определимым системам и при расчете на прочность таких систем можно не учитывать деформации конструкции и зазоры в подвижных и неподвижных соединениях, так как они практически не оказывают влияния на распределение сил.

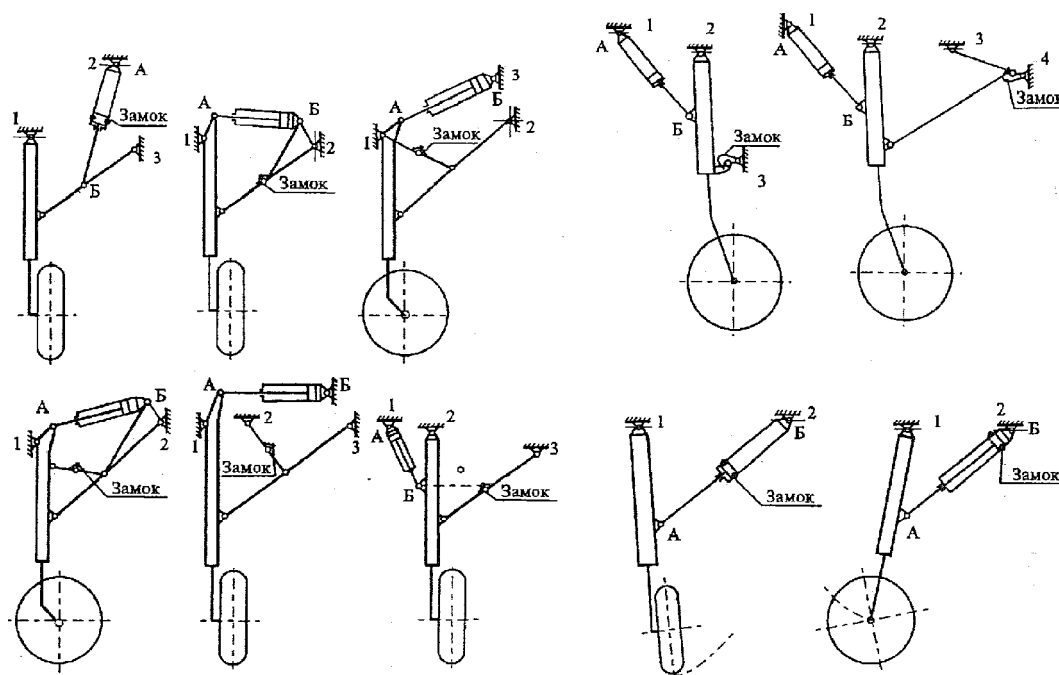


Рис. 8.1 Кинематические схемы уборки и выпуска колесного шасси [15]: 1,2,3-узлы крепления элементов шасси к силовым элементам каркаса, А-Б- механизм уборки.

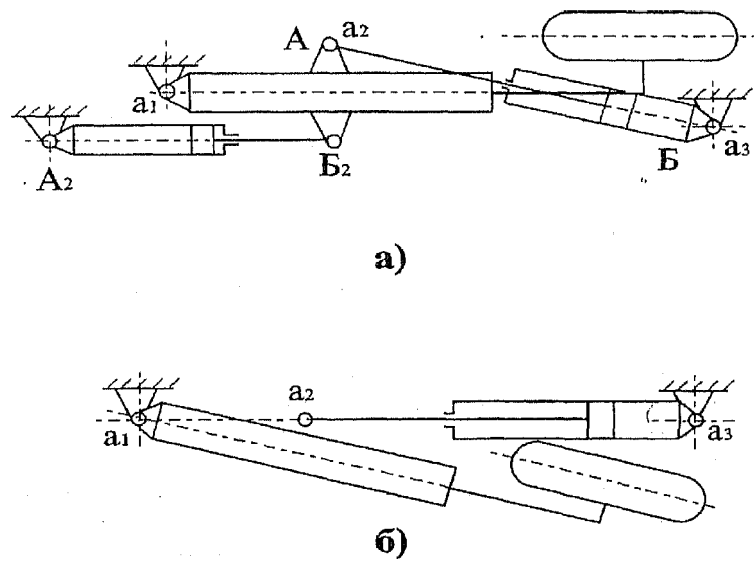


Рис. 8.2 Конструкции механизма уборки и выпуска колесного шасси [4]:
а- с двумя гидроцилиндрами, б- с одним гидроцилиндром.

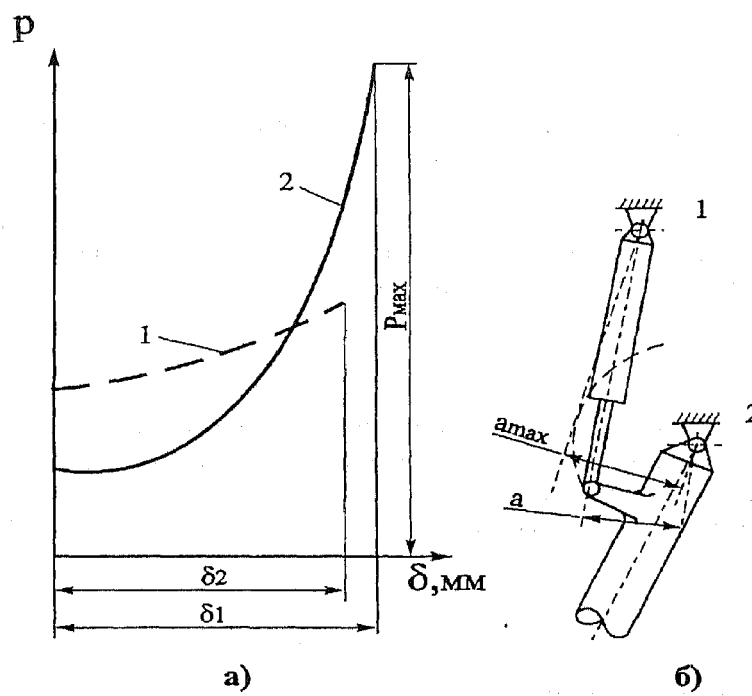


Рис. 8.3 Работа механизма уборки шасси [4]: а- зависимость характеристики подъемника
от кинематики уборки шасси, б- рациональная кинематическая схема уборки шасси.

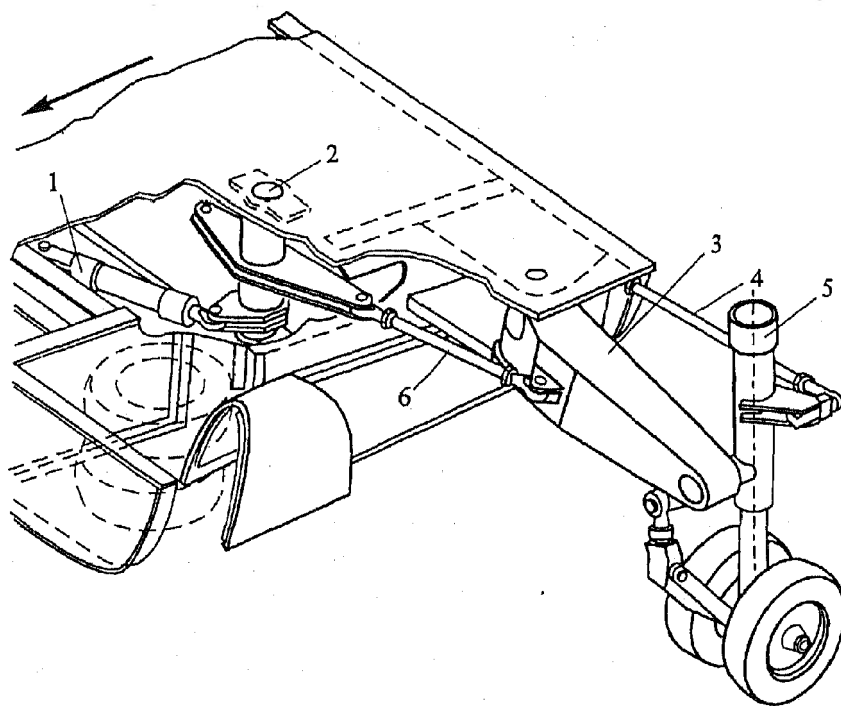


Рис. 8.4 Конструкция уборки основного шасси экспериментального вертолета Boeing-360 [4]:

1-механизм уборки, 2-ось механизма уборки, 3-консоль крепления стойки шасси, 4,6-поводки механизма поворота, 5-основная стойка шасси.

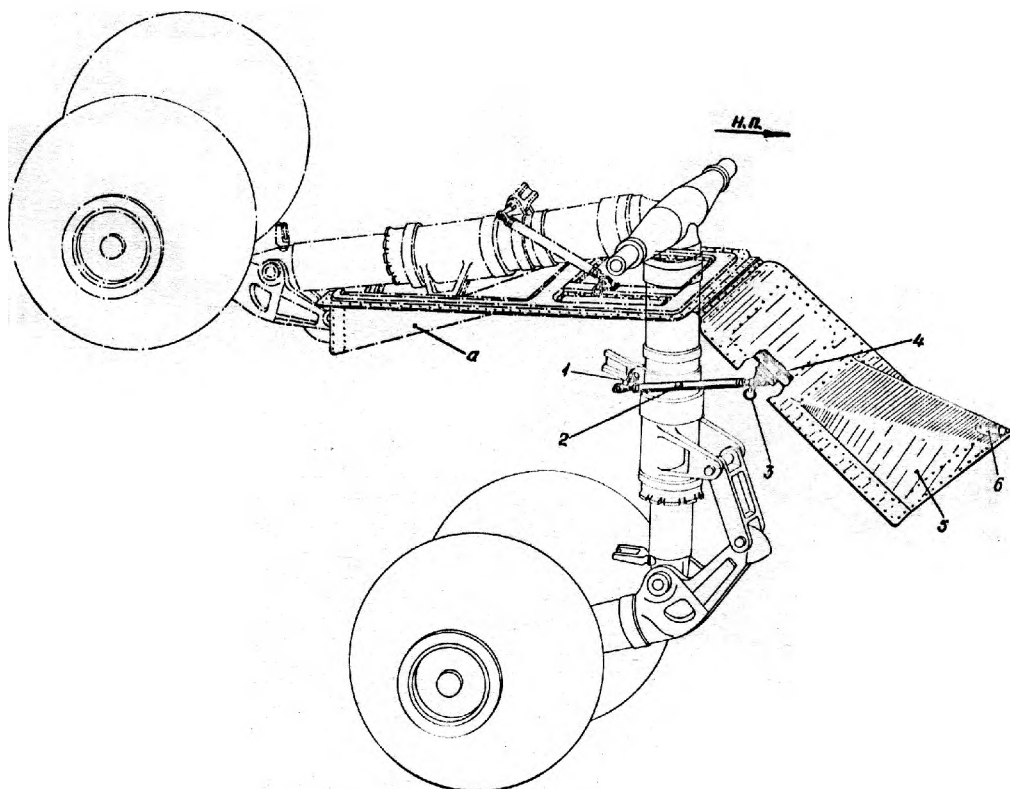


Рис. 8.5 Створка стойки шасси с механизмом управления вертолета Ми-24А [13]:

1-узел крепления тяги на амортистойке; 2-тяга управления створкой; 3-шпилька с фиксирующим стопором; 4-кронштейн крепления тяги; 5-створка; 6-сигнальный огонь; а - амортистойка и створка в убранном положении.

Механизм управления уборки-выпуска передней стойки шасси вертолета Ми-24А (см. рис. 8.5). Ниша передней ноги шасси от шпангоута №4Н до шпангоута №5Н закрывается клепаной дюралюминиевой створкой 5, петли подвески которой расположены на шпангоуте № 4Н.

Управление створкой осуществляется регулируемой по длине шарнирной тягой 2, которая соединена одним концом к узлу 1, а другим концом - к кронштейну 4 на створке. Во время уборки и выпуска шасси створка движется синхронно с передней ногой шасси и в закрытом положении частично закрывает нишу. При необходимости створку можно отсоединить от тяги, вынув шпильку 3.

Работа гидроцилиндра. Когда шасси убраны, поршень 16 гидроцилиндра уборки и выпуска передней стойки (см. рис. 4.13) находится в крайнем правом положении. В это время механический замок открыт. При подаче жидкости в штуцер VI шток 8 движется влево на выпуск передней стойки шасси. Когда шток будет подходить к крайнему левому положению распорная втулка 12 застопорится упорным вкладышем 6, сжимая пружину 13, а замковое кольцо 11 войдет внутрь упорного вкладыша 6.

Как только буртик штока упрется в стенку крышки 5, замковая втулка 14 давлением жидкости, поступающей через четыре отверстия диаметром 4 мм в поршне 16, передвинется влево до упора в этот буртик, освобождая пружину 20. Одновременно замковое кольцо 11, разжимаясь и скользя по скосам, сядет на цилиндрическую поверхность замковой втулки 14 и будет прижато к упорному вкладышу 6, механический замок закроется, в то же время, толкатель 10 передвинется замковой втулкой 14 влево и нажмет на вильчатый поводок 3 механизма сигнализации. При этом загорится зеленое табло выпущенного положения передней стойки в пилотской кабине.

При уборке передней стойки шасси сначала открывается механический замок, управляемый гидросистемой вертолета.

Для этого жидкость подается в штуцер *V* и кольцевое пространство между внутренней поверхностью крышки *5* и штоком *8*. Давлением жидкости толкатель *10* и замковая втулка *14* перемещаются вправо до упора в буртик штока *8*, сжимая пружину *20*. Вслед за этим замковое кольцо *11* сдвигается с поверхности замковой втулки *14*. Все детали механического замка принимают первоначальное положение, обеспечивая свободный выход замкового кольца *11* из упорного вкладыша *6* и движение штока вправо. При этом срабатывает механизм световой сигнализации, и зеленое табло гаснет.

Работа замка убранного положения. При подаче жидкости в штуцер *II* вспомогательной гидросистемы вертолета шток *30* (см. рис. 4.13) движется вниз, сжимает пружину *37*. Шток через поводок *39* выводит собачку *40* из зацепления с крюком *42*, а пружина *44* поворачивает ось *41* с крюком против часовой стрелки и открывает замок. Как только буртик верхнего конца штока, двигаясь вниз, откроет отверстие штуцера *I*, жидкость через этот штуцер поступит в гидроцилиндр *47* на выпуск передней стойки.

При отказе вспомогательной гидросистемы вертолета имеется возможность выпустить шасси от основной гидросистемы. В этом случае жидкость подается в штуцер *IV*, поршень *35* и шток *36* перемещаются вниз и открывают замок аналогичным образом. При дальнейшем движении поршня вниз жидкость поступает через штуцер *III* в гидроцилиндр на выпуск передней стойки.

Закрывание замка происходит автоматически. При уборке шасси серьга *31* подвески стойки нажимает на выступ крюка *42*, поворачивает последний по часовой стрелке, а пружина *37*, разжимаясь, передвигает шток *36* вверх, вводит собачку *40* в зацепление с крюком *42* и закрывает замок. Одновременно срабатывает микровыключатель *48*. При этом загорается красное табло сигнализации убранного положения передней стойки у пилотов.

Механизм управления уборки-выпуска основной стойки шасси вертолета Ми-24А (см. рис. 8.6). Каждая ниша основной ноги шасси закрывается передней 20 и задней 22 створками при помощи механизма управления. Механизм управления створками основной стойки состоит из следующих основных частей: качалки 14, тяг 7, 24, 36 и двух замков 13 и 27 закрытого положения створок.

Качалка 14 отштампована из сплава АК6 и шарнирно закреплена болтом 30 к узлу 29. К проушинам качалки присоединены на карданах две тяги, из которых тяга 24 крепится к кронштейну подвески задней створки, а тяга 20 - к раме пирамиды шасси. На складывающемся подкосе хомутом 12 закреплён через кардан 11 один конец шарнирной тяги 7, другой конец присоединён через кардан 31 к кронштейну 15 на передней створке. Устройство этих тяг аналогично устройству тяг механизма управления передней стойки шасси. Замок предназначен для фиксации в закрытом положении створки. Он состоит из корпуса 17, отлитого из магниевого сплава МЛ5, гидроцилиндра 3, крюка 19 и пружины 18.

Во время стоянки вертолета на земле крюк 19 замка открыт, передняя створка 20 открыта, а задняя 22 - закрыта. При уборке шасси звенья механизма совершают сложные движения, в результате чего качалка 14 посредством шарнирной тяги 24 сначала открывает заднюю створку, чтобы пропустить стойку в нишу, а затем механизм закрывает передние и задние створки. В конце уборки подается жидкость в гидроцилиндры замков 13,27 и замки створок закрываются.

При этом растягиваются пружины 18 замков. При выпуске шасси, одновременно с подачей жидкости в гидроцилиндр уборки и выпуска, стравливается давление в гидроцилиндрах замков 13, 27 и под действием растянутых пружин 18 замки створок открываются. Вслед за этим одновременно открываются задняя и передняя створки, а в конце выпуска шасси - закрывается задняя створка.

Особенностью выпущенного положения основной стойки шасси вертолета Ми-24А является отсутствие замка выпущенного положения. Вместо него в конструкции предусмотрена возможность перевести гидроцилиндр уборки/выпуска в положение гидрозамка, когда в полости за и перед поршнем гидроцилиндра подается жидкость под давлением. Таким образом обеспечивается надежная фиксация колеса в выпущенном положении.

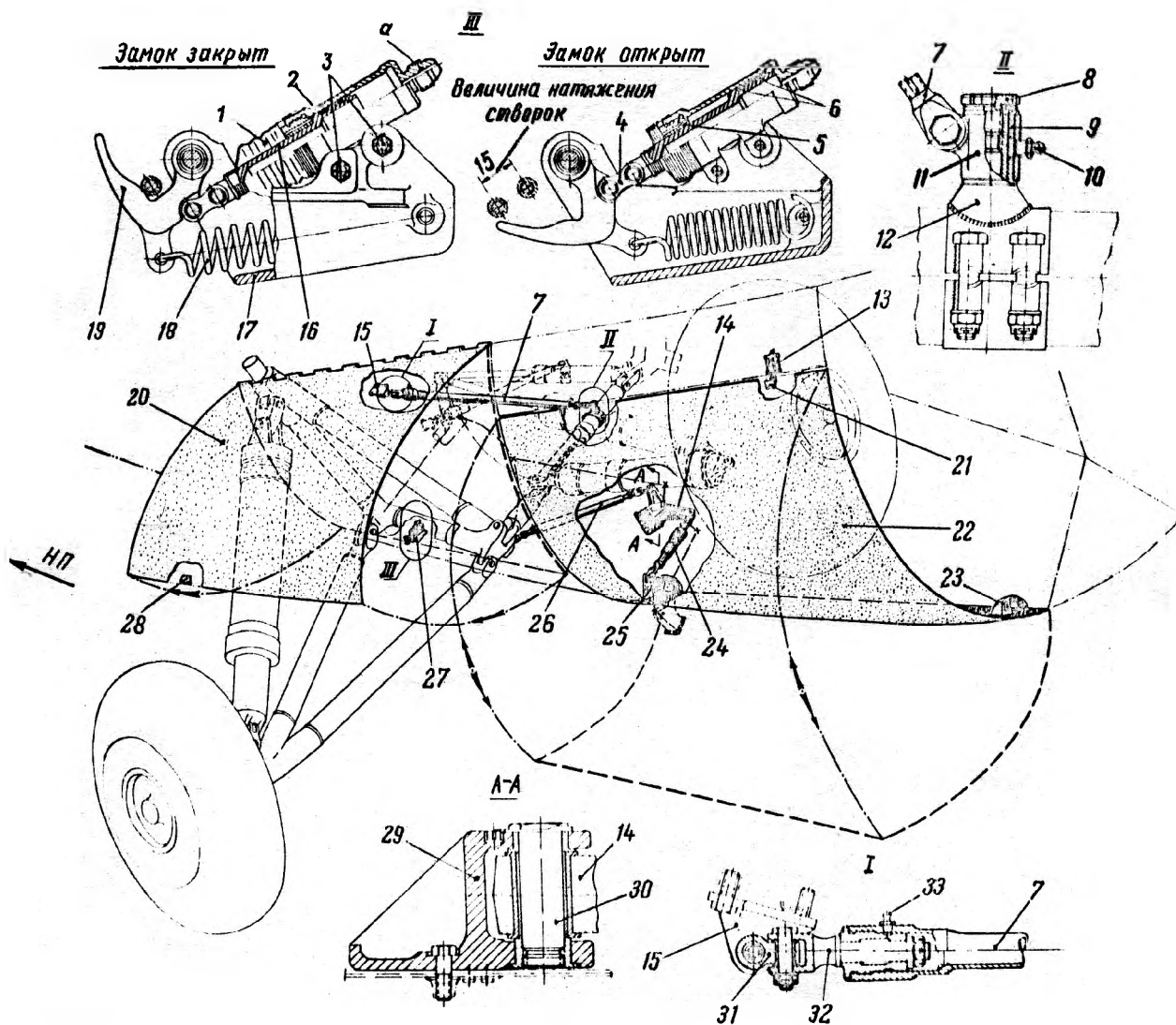


Рис. 8.6 Створки ниши главной стойки шасси Ми-24А с механизмами управления [13]:

1-резиновый чехол; 2-гидроцилиндр замка; 3-болты крепления гидроцилиндра; 4-серьга; 5-гайка; 6-резиновые кольца; 7-тяга; 8-болт; 9-втулка; 10,33-масленки; 11-кардан; 12-хомут; 13,27-замки закрытого положения створок; 14-качалка; 15-кронштейн на передней створке для крепления тяги; 16-шток; 17-корпус замка; 18-пружина; 19-крюк; 20-передняя створка; 21,28-фиксаторы под крюки замков закрытого положения створок; 22-задняя створка; 23,25-кронштейны подвески створки; 24,26-тяги; 29-узел крепления качалки; 30-болт; 31-кардан; 32-шарнирный болт; а - штуцер для подсоединения трубопровода гидросистемы.

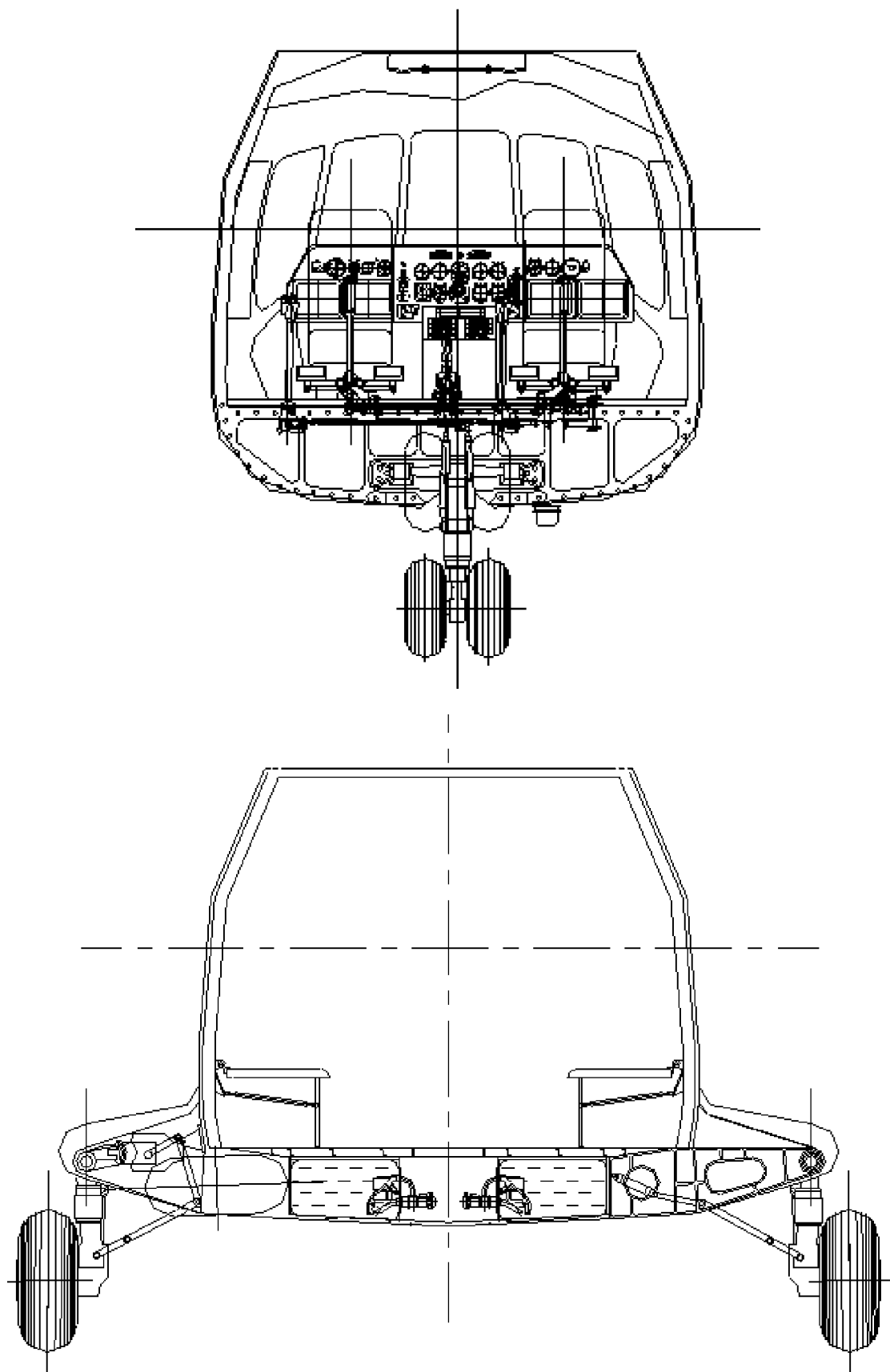


Рис. 8.7 Варианты убираемого колесного шасси проекта транспортного вертолета.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение и схемы шасси вертолета.
2. Нагрузки, действующие на ползковое шасси и виды его деформаций.
3. Нагрузки, действующие на колесное шасси и виды его деформаций.
4. Типы стоек колесных шасси вертолетов и их применение.
5. Конструктивные элементы колесной стойки ферменного типа.
6. Конструктивные элементы колесной стойки балочного типа.
7. Крепление опорных элементов к стойке шасси и стоек к вертолету.
8. Виды тормозных устройств и их применение.
9. Принцип работы и устройство газожидкостного амортизатора.
10. Особенности конструкции и работы убирающегося шасси вертолета.
11. Применение полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкции шасси вертолета.
12. Явления типа “земной резонанс” и “шимми” колесного шасси.

Задания для самостоятельной работы

1. Начертить КСС ползкового шасси вертолета.
2. Начертить КСС колесного шасси вертолета (по указанию преподавателя).
3. Начертить основные элементы колесной стойки ферменного типа.
4. Начертить основные элементы колесной стойки колесного типа (по указанию преподавателя).
5. Начертить принципиальную схему однокамерного газожидкостного амортизатора и объяснить его работу.
6. Начертить принципиальную схему двухкамерного газожидкостного амортизатора и объяснить его работу.
7. Объяснить назначение хвостового колеса и его нагружение при аварийной посадке вертолета.
8. Объяснить достоинства и недостатки применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкции шасси вертолета.

Список использованной литературы:

1. Авиационные правила. Часть 27 и 29. Нормы летной годности винтокрылых аппаратов. М: МАК, 1998. –280 с.
2. *Богданов Ю.С., Михеев Р.А., Скулков Д.Д.* Конструкция вертолетов. М.: Машиностроение. , 1990. – 272 с.
3. *Суриков Н.Ф., Иоффе Г.И.* Вертолет Ка-26. М.: Транспорт., 1982. –221 с.
4. *Далин В.Н., Михеев С.В.* Конструкция вертолётов. М.: МАИ, 2001.– 352 с.
5. *Данилов В.А., Другов А.Г., Тетерин И.В.* Вертолет Ми-8. М.: Транспорт. , 1979. – 296 с.
6. *Дудник В.В.* Конструкция вертолетов. - Ростов н/Д: Издательский дом ИУИ АП, 2005. – 158 с.
7. *Житомирский Г.И.* Конструкция самолетов. М.: Машиностр.1995–415 с.
8. Конструкция и прочность самолетов и вертолетов/ под общ. ред. *Миртова К.Д., Черненко Ж.С.* М.: Транспорт. , 1972. – 440 с.
9. Конструкция вертолета “АНСАТ-У” и его систем. Учебно-методическое пособие. Казань: КВЗ , 2006. – 285 с.
10. *Киселев Д.Ю., Киселев Ю.В.* Общие сведения и конструкция шасси вертолета Ми-8. Самара: 2012. – 29 с.
11. *Михеев Р.А.* Прочность вертолетов.– М:Машиностроение,1984.–280 с.
12. *Романчук В.Н., Красильников В.В.* Вертолет Ми-2. М: Изд. Транспорт.1972. – 250 с.
13. Ми-24А Руководство по ТЭ. М: МВЗ им. М.Л. Миля, 1975. – 272 с.
14. Ми-28Н Руководство по ТЭ. М: МВЗ им. М.Л. Миля, 2007. – 346 с.
15. Самолеты и вертолеты/ под ред. *Дмитриева В.Г.* Кн.2 Проектирование, конструкции и системы самолетов и вертолетов. М: Машиностр.2003.– 408 с.
16. Стандартная спецификация Ка-226А. Изд. ОАО «Камов», 2011.– 46 С.
17. *Фатеев С.С.* Основы конструкции вертолетов. М.: Военное издательство - 1990. . – 248 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.

1.	Цель, содержание и организация проведения лабораторной работы.....	3
2.	Назначение, условия работы шасси вертолета. Схемы шасси. Нагрузки, действующие на шасси при эксплуатации вертолета.....	4
3.	Основные геометрические параметры шасси вертолета.....	23
4.	Конструктивно-силовые схемы шасси и их анализ. Описание конструкции передних и главных стоек шасси вертолетов.....	25
5.	Требования к опорным элементам. Типы пневматиков и их подбор. Конструкция колес передней и главной стоек вертолетов.....	65
6.	Амортизация колесного шасси. Нагружение амортизатора. Конструкция и работа амортизаторов различных типов.....	78
7.	Отстройка от «земного резонанса» подбором демпфирующих свойств амортизаторов шасси. Двухкамерные амортизаторы.....	103
8.	Кинематические схемы уборки и выпуска колесного шасси. Конструкция механизмов управления уборки-выпуска шасси.....	110

Вопросы для самопроверки

Задания для самостоятельной работы

Список использованной литературы

Оглавление