

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ  
СПРАВ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

з навчальної дисципліни

**«Аеродинаміка, конструкції і системи вертольотів»**

обов'язкових компонент

освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів**

272: Авіаційний транспорт

**за темою 4- Шасі ПС**

**Кременчук 2022**

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2022 № 8

## **СХВАЛЕНО**

Методичною радою  
Кременчуцького льотного  
коледжу Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 22.08.2022 № 1

## **ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2022 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 15.08.2022 р. № 1

**Розробник:** професор навчального відділу КЛК ХНУВС, викладач циклової комісії аеронавігації, к. т. н., с. н. с., спеціаліст вищої категорії, викладач – методист, Тягній В. Г.

### **Рецензенти:**

1 Головний науковий співробітник ТОВ «Науково-виробниче об'єднання» «АВІА», к.т.н., с.н.с., Зінченко В. П.

2 Професор навчального відділу КЛК ХНУВС, викладач-методист циклової комісії енергозабезпечення та систем управління, к. т. н., професор, спеціаліст вищої категорії, Гаврилюк Ю. М.

## **План лекції**

1. Загальні відомості про шасі: призначення, поставлені вимоги, основні схеми шасі, їх параметрах, переваги, недоліки, область використання. Основні частини шасі. Схеми шасі.
2. Конструктивно-силові схеми шасі: фермові, балочні, фермо-балочні, їх силові елементи, Переваги, недоліки.
3. Колеса шасі: призначення, різновидності, складові частини, область використання, схеми кріплення коліс. Корпус колеса (барабан): матеріал, конструктивне виконання.
4. Авіаційні пневматичні шини: призначення, конструктивні виконання, основні параметри, класифікація, особливості експлуатації.
5. Гальмові пристрої коліс: призначення, типи (колодковий, камерний, дисковий), будова, принцип дії. Переваги й недоліки шкірного типу гальма. Автомат гальмування як засіб збільшення ефективності гальмування й терміну служби шин.
6. Амортизація шасі: призначення, вимоги до амортизаторів, основні поняття (прямий хід, зворотній хід), види амортизаторів. Будова, принцип дії, діаграма роботи, наслідки невірної зарядження рідінно-газового амортизатора. Двокамерний рідінно-газовий амортизатор вертольота. Рідінний амортизатор.
7. Прибирання шасі: схеми прибирання (в поперечній площині, у повздовжній площині). Переваги й недоліки кожної схеми. Механізми прибирання, кінематика прибирання, замки випущеного и прибраного становища, їх будова. Керування стулками шасі. Сигналізація положень опор шасі. Керування поворотом коліс передніх опор, пристрої для виставлення передніх коліс в нейтральне положення.

### **Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в інтернеті**

#### **Основна:**

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2001. – 383 с.
2. Дерев'янка І.Г «Конструкція і експлуатація вертольоту Мі-8МТВ-1. Конспект лекцій », Кременчук: КЛК НАУ, 2010.- 95 с.
3. Богданов Ю.С. та ін. "Конструкція вертольотів", К., 1990. - 287 с.

#### **Допоміжна:**

1. Володко А.М., Литвинов А.Л. "Основи конструкції та технічної експлуатації одногвинтових вертольотів", К., 1986. - 200 с.
2. Кузнецов А.Н. "Основи конструкції та технічної експлуатації повітряних суден", К., 1990. - 342 с.
3. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К. : Вища освіта, 2001. - 383 с.

4. Комаров А.А. та ін. "Конструкція і експлуатація повітряних суден", М., Транспорт, 1986. - 423 с.
5. Зайцев В.М., Рудаков В.Л. "Конструкція і міцність літаків", Київ, Вища школа, 1978. - 363 с.
6. Миртов К.Д. та ін. "Конструкція і міцність літальних апаратів цивільної авіації", М., Машинобудування, 1991. - 326 с.
7. Матвеев А. М. та ін. "Системи обладнання літальних апаратів", М., Машинобудування, 1986. - 283 с.
8. Домотенко М.Т. та ін. "Авіаційні силові установки". М., Транспорт, 1976. - 354 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <http://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka>
2. <https://ru.wikipedia.org> - енциклопедія онлайн

## Текст лекції

### ЛЕКЦІЯ 4.1

#### **1. Загальні відомості про шасі: призначення, поставлені вимоги, основні схеми шасі, їх параметрах, переваги, недоліки, область використання. Основні частини шасі. Схеми шасі**

**Шасі** - сукупність опор ПС, необхідна для зльоту, посадки, пересування і стоянки на землі або воді.

Шасі може мати дві, три опори або більше їх число (до десяти). Застосування багатоопорних шасі викликано прагненням уменшити питоме навантаження на ЗПС, поліпшити прохідність по ґрунту, отримати менш громіздкі опори і спростити їх прибирання. Многоопорная шасі дозволяє також звелічить сумарну енергоємність гальм.

Шасі когут бути забираються і не вбирається після зльоту. Забираються шасі значно складніше і важче, проте ці недоліки компенсуються різким зниженням опору ПС на великих швидкостях польоту. На сучасних літаках застосовуються в основному забираються шасі, зустрічаються з такими шасі і вертольоти. Вбирається шасі знаходять застосування на окремих нескоростних літаках, що використовуються в народному господарстві і в спортивних цілях.

Опори шасі найчастіше кріпляться на крилі і фюзеляжі, літаках з верхнім розташуванням крила все опори когут кріпитися до фюзеляжу.

Опори, закріплені до фюзеляжу, прибираються вперед або назад в напрямку поздовжньої осі літака; опори, закріплені до крила, можуть забиратися як в напрямку поздовжньої осі літака, так і в бік фюзеляжу. Прибирання шасі вперед - назустріч повітряному потоку - вимагає збільшення

потужності підйомників шасі, але в той же час дозволяє відмовитися від системи аварійного випуску шасі, оскільки дожимання опори до повністю випущеного положення і собствує тиск повітряного потоку, а переміщенню на прибирання в процесі пробігу перешкоджають сили тертя коліс об ЗПС. Прибирання опор в поперечному напрямку має ту перевагу, що при цьому мало змінюється центрування літака. В цьому відношенні вигідна прибирання опор в протилежних напрямках, наприклад передньої опори вперед, а основних опор назад.

Шасі можуть бути колісними, лижними, поплавковими і Полозкова. Колісне шасі має переважне застосування. Застосування лиж дає можливість експлуатувати літак на сніговому покриві і м'якому ґрунті. Лижі дозволяють злітати і сідати на майданчики з нерівною поверхнею. При посадці на ЗПС з великим коефіцієнтом тертя лижне шасі сприяє скороченню довжини пробігу, але через великий опір руху розбіг літака ускладнюється. Лижне шасі зазвичай легше колісного, володіє більшою надійністю, але при посадці створює підвищені навантаження. Лижі можуть бути дерев'яними, пластмасовими або металевими. Полозкова шасі складається з двох прямолінійних полозків. На легких літаках може передбачатися заміна коліс на лижі поплавці.

Вертольоти мають зазвичай вбирається трьох- і чотирьох-опорна шасі. Трьохопорне шасі може бути з передньої або хвостовою опорою. Чотириколісна схема складається з двох основних і двох передніх опор, іноді все чотири опори являються основними. У зв'язку з ростом швидкостей польоту знаходять застосування забираються шасі. Для зменшення лобового опору вбирається шасі забезпечуються обтекателями.

Для захисту хвостової балки і рульового гвинта від поломки на одногвинтових вертольотах встановлюють запобіжну опору з амортизуючим пристроєм. Таку опору іноді роблять забирається з метою зручності завантаження і розгрузки вертольота через вантажний люк, розташований в хвостовій частині фюзеляжу.

На легких вертольотах для посадки на воду, сніговий покрив або м'який ґрунт замість колісного шасі застосовують полозки, поплавці й поплавці-балони.

## 2. Конструктивно-силові схеми шасі: фермові, балочні, фермо-балочні, їх силові елементи, Переваги, недоліки

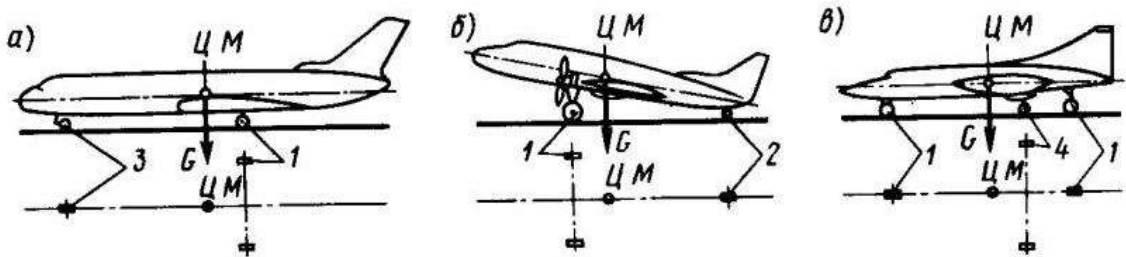


Рис. 8.1. Схеми шаси:

а — з передньої опорою; б — з хвостовою опорою; в — велосипедного типу; 1 — основні опори; 2 — хвостова опора; 3 — передня опора; 4 — допоміжні опори

Схеми шасі і її параметри визначають характеристики стійкості і керованості ЗС при його русі по аеродрому, впливають на навантаження опор, їх вагові характеристики, безпеку посадки. Схема шасі може бути трьох-, двох- і Многоопорная.

Триколісна схема має дві основні і одну передню або хвостову опору. У схемі з передньою опорою центр мас літака знаходиться попереду основних опор, а при шасі з хвостовою опорою - позаду основних опор (рис. 8.1). На сучасних літаках і вертольотах переважно застосовують шасі з передньою опорою.

Шасі з передньою опорою спрощує посадку на великих посадочних швидкостях і дає можливість скоротити довжину пробігу енергійним гальмуванням коліс без небезпеки капотування. Така схема має хорошу шляхову стійкість, що полегшує зліт і посадку при бічному вітрі. Горизонтальне становище фюзеляжу забезпечує хороший огляд з кабіни екіпажу при посадці і русі по землі, створює зручність для пасажирів, а також для навантаження і розвантаження вантажів. З іншого боку, передня опора конструктивно складніше і важче хвостової опори, ВС має нижчу прохідність по засніженому або розмоклому ґрунтовому аеродрому.

*Двухопорного (велосипедна) схема* має дві опори, розташовані уздовж осі фюзеляжу спереду і ззаду центру мас літака, і дві підкрильні допоміжні опори, основне призначення яких - перешкодити перекиданню літака на крило. Велосипедна схема - вимушена схема шасі. Вона застосовується на літаках з тонким крилом, на якому важко вирішується розміщення основних опор в прибраному положенні, особливо при верхньому розташуванні крила.

При велосипедній схемі навантаження на передню опору значні, тому відкрив її на зльоті утруднений. Полегшення зльоту досягається застосуванням механізмів, що дозволяють збільшувати висоту передньої опори або зменшувати висоту задньої опори. Посадка літака з велосипедної схеми шасі

також ускладнена, оскільки потрібно виходити строго на вісь ВПП, щоб підкрильні опори знаходилися в межах ширини порадочної смуги.

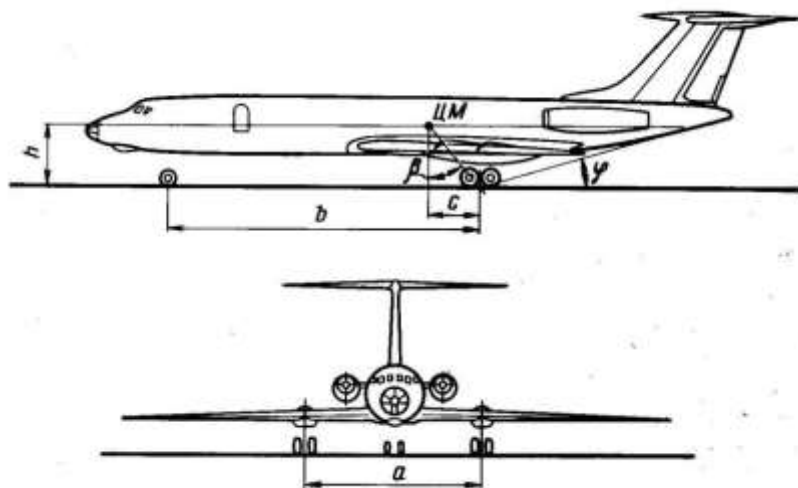
При *Многоопорная* схемою шасі частина основних опор кріпиться позаду центра мас літака, інші - попереду центру мас або ж всі основні опори встановлюються позаду центру мас. Перший варіант розташування опор зменшує навантаження на передню опору. Основні опори кріпляться як до

крила, так і до фюзеляжу.

### Основні геометричні параметри шасі:

база, колія і висота шасі, гальмо кут літака, кут виносу і винос основних опор.

База шасі  $b$  (рис. 8.2) - відстань між центрами площ контактів з землею коліс, лиж або поплавців передньої і основних



опор. При великій базі зменшується навантаження на передню опору і її маса, менш небезпечно перекидання ВС навколо осі, що з'єднує передню і основні опори; зменшується розгойдування літака у вертикальній площині при руленні, особливо при гальмуванні коліс і зміні тяги двигунів. У той же час із збільшенням бази зменшується навантаження на передню опору, що погіршує керованість ПС при руленні.

Колія шасі  $a$  - відстань між центрами площ контактів з землею коліс, лиж, ползків або поплавців основних опор при стоянці літака (вертольота). Ширина колії вибирається з урахуванням умов експлуатації і конструктивних особливостей ВС; вона впливає на поперечну і шляхову стійкість і шляхову керованість при русі по аеродрому. При вузькій колії поліпшується шляхова стійкість, але не може управління літака при руленні за допомогою гальм, ускладнюється зліт і посадка при бічному вітрі через небезпеку торкання кінцем крила землі; при сильних бічних ударах можливе перекидання літака на крило, а гальмування при бічному знесенні може викликати перекидання

навколо осі, що з'єднує основну і передню опори. Зі збільшенням колії ВС стає більш чутливим до лобових ударів в колеса основних опор і утруднюється прямолінійний рух по нерівному аеродрому. Тому для ґрунтових аеродромів колію бажано мати менше, ніж для ВПС з твердим покриттям.

Висота шасі  $h$ - відстань від поверхні аеродрому до центру мас ВС. Висоту шасі бажано мати мінімальною з метою зменшення маси. Для забезпечення необхідного посадкового кута  $\phi$  висоту шасі збільшують. За рахунок висоти шасі забезпечуються достатні відстані окремих частин ЗС до поверхні аеродрому, щоб ці частини не торкалися землі при посадці і русі по аеродрому (відстані від землі до нижніх точок фюзеляжу, двигунів, встановлених на пілонах крила, до кінців лопатей повітряних гвинтів).

Гальмо кут- кут між віссю фюзеляжу при стоянці літака і площиною ВПП. Гальмо кут вибирається з урахуванням поліпшення злітних характеристик літака. Для цього гальмо кут і інсталяційний кут крила в сумі повинні бути близькі до найвигіднішому куті атаки при розбігу літака. З іншого боку, для зменшення довжини передньої опори гальмо кут слід приймати рівним нулю. З метою зменшення підйомної сили крила при пробігу і скорочення довжини пробігу стояночному кутку може бути надано невелику від'ємне значення.

Кут винесення основних опор  $\beta$ - кут між вертикаллю і площиною, що проходить через центр мас ВС і центри площ контактів з землею основних коліс при стоянці і необхідних амортизаторах. Цей кут повинен бути досить великим, щоб при посадці центр мас ВС не виявився ззаду точки дотику колесами землі і літак не міг перекинутися на хвіст. Тому кут виносу приймається зазвичай на  $2 - 3^\circ$  більше посадкового кута. Подальше збільшення кута виносу небажано, оскільки це веде до збільшення навантажень на передню опору і ускладнює зліт літака.

Винос основних опор щодо центра мас виражається відстанню  $s$ . Ставлення виносу до бази шасі становить частину ваги ВС, що припадає на передню опору при його стояночному положенні. При великих значеннях  $s / b$  навантаження на передню опору збільшується, що ускладнює відрив опори від землі при зльоті, при малому значенні цієї величини знижується ефективність управління рухом літака за допомогою повороту передніх коліс. Крім того, при малому винесенні зменшується кут виносу основних опор і виникає небезпека перекидання літака на хвіст. Для транспортних літаків відношення  $s / b$  зазвичай не перевищує 0,1. При велосипедної схеми шасі винос робиться значно більшим і в деяких випадках становить  $(0,40 \div 0,45) b$ .

Силові схеми опор шасі вибирають в залежності від типу і розмірів ВС, місця розташування опор, кінематики прибирання і випуску, умов експлуатації та інших міркувань. За силовими схемами опори шасі діляться на балкові, балочно-підкісні і ферменніе.

Балочна опора являє собою консольну стійку, закріплену в верхній частині до конструкції ПС. Стійка працює як балка, яка сприймає з колеса і передає на конструкцію ПС все навантаження. У стійці балочної опори монтується амортизатор, до штоку якого кріпиться вісь колеса.



Балочная опора проста по конструкції і зручна для прибирання, але не вигідна у ваговому відношенні, так як навантажується великим изгибающим моментом. Застосовується на легких літаках і вертольотах.

Балочно - підкісний опора (Рис. 8.4) складається зі стійки, що є основним силовим елементом опори, під- кріплення підкосами (зазвичай трьома). Бічні підкоси розвантажують стійку від дії згинального моменту і поперечної сили в поперечній площині; задній або передній підкіс - сприймає навантаження, що діють в поздовжній площині. Роль одного з підкосів може виконувати гідроциліндр, що забезпечує збирання й випуск опори. Підкоси кріпляться до стійки і інших елементів опори шарнірно і навантажені зусиллями розтягування і стиснення. Балочно-підкісні опори - основний тип опор, що застосовуються на сучасних літаках, оскільки поєднують основні переваги балочних і ферменних опор.

Фермова опора складається з підкосів, що утворюють просторову ферму. Кінці підкосів кріпляться шарнірно, тому підкоси працюють тільки на осьові зусилля розтягування і стиснення. Амортизаційна стійка є одним з підкосів ферми. Фермова опора має малу масу, але незручна для прибирання, тому застосовується для вбирається шасі літаків і вертольотів.

### **3. Колеса шасі: призначення, різновидності, складові частини, область використання, схеми кріплення коліс. Корпус колеса (барабан): матеріал, конструктивне виконання**

Колесо складається з барабана і шини, колеса основних опор мають гальмівні пристрої (гальма).

Барабан - силовий елемент колеса, його виконують зазвичай литтям з магнієвих, алюмінієвих або титанових сплавів. Барабан має два борти, що перешкоджають зіскакуванню з нього шини (рис.8.11). Для монтажу і демонтажу шини один з бортів робиться знімним. Сумний борт від провертання на барабані утримується шпонками. Іноді замість знімного борту для монтажу і демонтажу шини барабан робиться роз'ємним - що складається з двох половин, стягнутих болтами. У маточину барабана з обох запресовують зовнішні обойми конусних роликів підшипників, призначених для установки колеса на осі. Конусні роликів підшипників застосовуються тому, що на колесо діють великі радіальні і осьові навантаження. Підшипники зовні закривають обтюраторами, які запобігають витікання мастила і захищають підшипник від забруднення.

На осі колесо утримується гайкою, її затягування строго регламентована. Надмірна затяжка викликає підвищене тертя в підшипниках, їх бортове кільце перегрів, що може привести до руйнування підшипників і займання колеса. При слабкій затягуванні гайки в підшипниках будуть збільшені зазори, що викликають люфт колеса і великі ударні навантаження в підшипниках, які можуть привести до руйнування колеса. Оптимальні зазори в підшипниках забезпечують установкою распорной втулки, довжина якої регулюється з великою точністю. Розпірну втулку устанав- ливают на вісь між внутрішніми

обоймами підшипників. При затягуванні гайки колеса підшипники впираються в торці распорной втулки і не мають можливості зближуватися далі.

Барабани гальмівних коліс можуть мати гальмівні сорочки, до яких притискаються гальмівні колодки в процесі гальмування колеса. Гальмівна сорочка має піліндріческую форму зі сталевую або чавунною робочою поверхнею. Кріпиться сорочка до барабану колеса болтами.

#### **4. Авіаційні пневматичні шини: призначення, конструктивні виконання, основні параметри, класифікація, особливості експлуатації**

Шина колеса (Рис. 8.12) складається з покришки і камери. Покришка - силовий елемент шини, міцність їй надають кілька шарів капронової кордової тканини, пов'язаних між собою прошарками вулканізованої гуми. кордова тканина характерна міцними нитками основи і слабкими нитками качка, т. е. вона має міцність в одному напрямку. Тканина в суміжних шарах для равнопрочності укладається хрест-навхрест під кутом один до одного 30 - 60 °. Число шарів корду залежить від міцності матеріалу і розрахункових навантажень на колесо. іноді для міцності поверх кордового каркаса намотується дротяний шар. Зустрічаються покришки з металевим кордом.

У радіальних шинах, які отримують поширення в даний час, шари кордової тканини не перетинаються, розташовуються уздовж радіуса колеса. Такі покришки маю меншу товщину бічних стінок, тому вони легше, проте вимагають більш високого тиску в шині.

В борту шини закладається сталевий дріт або трос. Бортові кільця запобігають розтягнення бортів і зіскакуванню шини з барабана.

Поверх каркаса покришка має вулканізований гумовий протектор, що захищає корд від стирання, механічних пошкоджень і впливу зовнішнього середовища. Бігова частина протектора виконується з малюнком, що збільшує зчеплення з поверхнею аеродрому. Для контролю зносу протектора, на ньому виконують іноді поглиблення. При стиранні протектора на глибину одного з контрольних заглиблень покришки підлягає заміні.

Камера є герметичним елементом шини, виконаним з гуми. Для заповнення повітрям камера має вентиль сніппелем, що запобігає витоку повітря з неї, Зустрічаються безкамерні шини. Покришки таких шин мають зсередини додатковий герметизуючий шар гуми. Для герметичності безкамерної шини на бортах барабана роблять концентричні канавки, в які утискають борту шини при її заповненні повітрям. Безкамерні шини мають меншу масу і простіше в монтажі і демонтажі.

Тиск повітря в шинах коливається в широких межах і може досягати 1,7 МПа і більше. Шини низького тиску мають відносно великий обсяг повітряної камери, тому мають гарні амортизаційними властивостями і високою прохідністю по ґрунту, однак внаслідок великих розмірів шини утруднена прибирання шасі. З підвищенням тиску повітря в шині збільшується питомий тиск колеса на ґрунт і погіршується прохідність ВС по аеродрому, знижуються амортизаційні властивості; в той же час таке колесо компактніше і простіше

забирається. Повітряні судна з колесами високого і надвисокого тиску потребують ВПП з твердим покриттям великої товщини.

Колеса для ВС підбираються залежно від умов його експлуатації. Для літаків, що експлуатуються на ґрунтових аеродромах, для хорошої прохідності застосовують колеса з тиском в шинах 0,3-0,4 МПа. Літаки, що експлуатуються на ЗПС з твердим покриттям, мають колеса з тиском в шинах 0,6 - 1,0 МПа.

Для збільшення прохідності на літаках можуть використовуватися шини зі змінним тиском. У цьому спучає при рушанні з місця, на початку розбігу і в кінці пробігу в шині підтримується знижений тиск, а при великій швидкості руху тиск підвищується.

Обтиснення шини при нормальній експлуатації не перевищує 35% її повного обтиску. Збільшення обтиску покращує прохідність колеса, але шина сильніше деформується і нагрівається при цьому різко знижується її ресурс, з боків покриття когуд з'явитися тріщини.

Шини працюють в умовах великих навантажень, в тому числі і ударних. В результаті деформації за місцем контакту з поверхнею землі і від гальм шина нагрівається, що негативно позначається на механічні властивості матеріалу покриття і камери. Зниження міцності шини може викликати її руйнування і серйозну аварійну ситуацію.

Для контролю за нагріванням шин на деяких класах встановлюють сигналізатори граничних температур. Сигналізатор виконується у вигляді пробки з легкоплавкого сплаву, встановленої в барабані колеса. При температурі 140 - 160 ° С сигналізатор виплавляється, сигналізуючи про перегрів колеса. Таке колесо підлягає розбиранню з метою дефектації та визначення можливості його подальшої експлуатації.

Колеса мають значну масу, при зльоті та посадці розвивають великі частоти обертання, тому повинні бати добре збалансовані. В іншому випадку колесо, що обертається буде створювати вібрації на літаку, під час руху по землі швидко зношуватися. Балансування здійснюється вибіркою матеріалу на ободі барабана колеса з боку обтяженою частини або установкою балансувальних вантажів з боку легкої частини. На балансування колеса впливає і стан шини на барабані. Дисбаланс коліс не повинен призводити до вібрацій, що впливає на втомну міцність конструкції ВС, погіршення умов роботи екіпажу та комфорту пасажирів.

В процесі експлуатації шини розношуються, збільшуються їх розміри, тому періодично перевіряють зазори між ними і елементами конструкції літака при збиранні і випуску шасі.

**Кріплення коліс** залежить в основному від їх числа на опорі. Передня опора має звичайно одне або два (рідко чотири) колеса, основна опора - від одного до восьми коліс.

Кріплення одного або двох коліс виконується безпосередньо до штоку амортизатора або за допомогою системи важеля підвіски. У першому випадку кріплення може бути вильчатим, полу вильчатим, консольним. При наявності на опорі двох коліс кожне з них кріпиться консольно симетрично відносно осі стійки, тому від дії реакції землі згинального моменту на стійці не виникає.

Чотири колеса також можуть кріпитися на загальній осі, проте їх кріплення частіше здійснюється за допомогою візка. Шість і більше коліс встановлюються на колісній візку.

Вільчатє кріплення колеса не викликає додаткового згинального моменту на стійці, але вилка збільшує висота стійки і ширину опори, що ускладнює її прибирання і ускладнює монтаж і демонтаж колеса.

Полувільчатє кріплення не викликає згинального моменту на стійці, полегшує розміщення опори в прибраному положенні, але полувилка навантажується изгибающим і крутним моментами, що тягне за собою збільшення маси стійки.

Консольне кріплення має просту конструкцію, дозволяє отримати мінімальну висоту опори, так як вся висота стійки може бути використана в якості амортизатора. Однак в консольної конструкції шток амортизатора навантажується від реакції землі не тільки осьовими зусиллями, але і изгибающим моментом, що погіршує роботу амортизатора, а сили тертя колеса об землю навантажують стійку крутним моментом.

При кріпленні осі коліс до штоку амортизатора в конструкції опори передбачається шарнірний двухзвеннік (шліц-шарнір), призначений для передачі крутного моменту з колеса на стійку. Верхня ланка шліцшарніра кріпиться до циліндра амортизатора, нижня ланка - до штоку. Така конструкція передає крутний момент, не перешкоджаючи обтисненню і розціпленого амортизатора.

підвіска важеля коліс виконується двома способами: з розміщенням амортизатора всередині стійки і з його винесенням за межі стійки. В обох випадках важіль шарнірно кріпиться до стійки і дає можливість колесу переміщатися у вертикальній площині. Шліцшарнір в такій конструкції не потрібно, так як крутний момент передається з колеса на стійку через важіль.

При важеля підвісці на шток амортизатора передаються незначні зусилля від згинального моменту, що створює сприятливі умови для роботи ущільнень і букс амортизатора, робить його роботу плавною. Така підвіска здатна, амортизувати передній удар, що дає їй значні переваги при експлуатації ПС на ґрунтових аеродромах. При важеля підвісці довжина амортизатора і всієї стійки може бути менше, так як амортизатор має меншу обтиснення при опусканні центру ваги ВС на таку ж відстань.

Недоліком опори з підвіскою важеля є конструктивна складність і наявність додаткових подвижнихсоединеній, що сприяють виникненню самозбуджується коливань опори. Важільна підвіска коліс широко застосовується для передніх і основних опор на літаках і вертольотах, що експлуатуються на ґрунтових аеродромах. Колісні візки застосовуються для кріплення чотирьох і більше коліс на опорі. Візок складається з балки, шарнірно закріпленої в середній частині до штоку амортизатора. на кінцях балки кріпляться осі коліс. У шестиколісний візку третя вісь проходить через шарнір кріплення балки до стійки опори.

Шарнірне кріплення балки забезпечує рівномірне навантаження коліс від ваги ВС при русі по нерівностях аеродрому. У польоті при випущеному шасі

візок утримується в заданому положенні стабілізуючим амортизатором, що перешкоджає повороту візка під дією аеродинамічних і масових навантажень. Стабілізуючий амортизатор по конструкції подібний найпростішого амортизатора стійки, але він не має робочої рідини і заряджається тільки стисненим газом. За рахунок подальшого стиснення газу стабілізуючий амортизатор може збільшуватися й зменшуватися, що дає можливість візку повертатися на осі при русі ВС по нерівному аеродрому, забезпечуючи тим самим рівномірне навантаження на колеса.

На візках передбачаються також компенсаційні механізми, призначені для передачі зусиль від гальмівних моментів на стійку опори, минаючи балку візка.

На візку без компенсаційного механізму корпус гальмівного пристрою може кріпитися до осі колеса або безпосередньо до балки візка.

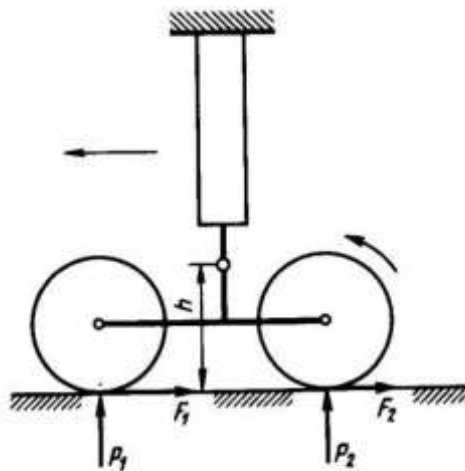


Рис. 8.18. Нагрузки на колеса тележки при действии тормозного момента

Зусилля від гальмівного моменту в обох випадках передаються на балку, створюючи на ній момент

$$M = (F_1 + F_2) h,$$

прагне повернути візок щодо осі кріплення в напрямку

обертання коліс (рис. 8.18). В результаті передні колеса додатково навантажуються, а задні розвантажуються:

$$P_1 > P_2.$$

Чим сильніше загальмовуються колеса, тим більше різь ница навантажень на передні і задні колеса. Перевантаження передніх коліс викликає збільшений знос їх шин,

погіршує прохідність ВС по ґрунту. Розвантаження задніх коліс веде до зниження ефективності їх гальмування, викликає передчасне прослизання коліс при гальмуванні.

компенсаційний механізм складається з важеля 3, до фланця якого кріпиться корпус гальма, і тяги 5, що з'єднує важіль зі стійкою опори. Важіль має можливість провертатися на осі коліс (його поворот обмежується упорами на випадок руйнування тяги механізму). Кріплення тяги до важеля і стійки шарнірне. При гальмуванні коліс зусилля гальмівного моменту з корпусу гальма через важіль і тягу передається на стійку, минаючи балку візка.

У розглянутому випадку кожне колесо має свій компенсаційний механізм. Однак він може бути загальним для заднього і переднього коліс. В цьому випадку важелі гальмівних пристроїв з'єднуються тягою між собою, а один з важелів - тягою зі стійкою.

## ЛЕКЦІЯ 4.2

**5. Гальмові пристрої коліс: призначення, типи (колодковий, камерний, дисковий), будова, принцип дії. Переваги й недоліки шкірного типу гальма. Автомат гальмування як засіб збільшення ефективності гальмування й терміну служби шин**

Гальмівні пристрої коліс призначені для зменшення довжини пробігу та поліпшення маневрування ВС при руленні.

В процесі пробігу гальма повинні поглинути більшу частину кінетичної енергії, яка в момент приземлення становить  $mV_{\text{пос}}^2 / 2$ , де  $m$  - маса ВС при посадці;  $V_{\text{пос}}$  - посадкова швидкість. Для важких літаків кінетична енергія досягає величезних значень і її більша частина (до 70%) повинна бути перетворена за рахунок тертя в гальмах в тепло і розсіяна в навколишнє середовище.

Робочі поверхні в гальмівних пристроях виконують звичайно з чавуну в парі з фрикційної пластмасою або металокерамікою. Пластмаси для відводу тепла армують латунню або міддю; вони витримують температуру до 350 ° С. Металокераміка, отримана спіканням з порошків на основі заліза, може працювати при температурах до 600 ° С. |

На літаках і вертольотах застосовують колодкові, камерні та дискові гальма.

Колодкового гальма складається з корпусу, жорстко закріпленого на осі колеса, і двох (або декількох) колодок, шарнірно з'єднаних між собою. Одна з колодок також шарнірно кріпиться до корпусу. У розгальмування стані колодки утримуються пружинами. При гальмуванні в циліндр під тиском подається рідина або повітря, поршень переміщається і, долаючи зусилля пружин, притискає колодки до гальмівної сорочки на барабані колеса. Інтенсивність гальмування залежить від тиску в циліндрі. робочі поверхні колодок виконані з фрикційної пластмаси, гальмівний сорочки - з чавуну і сталі. На колесах можуть бути встановлені один або два колодкових гальма.

Колодкові гальма прості за конструкцією, мають хорошою швидкодією, але мають невисоку ефективність через нерівномірне притиснення колодок до сорочки, вимагають частих регулювань зазору між колодками і гальмівної сорочкою; застосовуються на легких літаках і вертольотах.

Камерний гальмо складається з корпусу, зовнішню поверхню якого охоплює кільцева гумова камера. Поверх камери встановлені гальмівні колодки з фрикційним матеріалом на зовнішній поверхні. У розгальмування стані колодки притискаються до корпусу пластинчастими пружинами, встановленими в стиках колодок. При гальмуванні рідина або повітря подається під тиском в камеру, вона роздувається і, долаючи зусилля пружин, притискає колодки до гальмівної сорочки.

Камерний гальмо працює плавніше і ефективніше колодкового, так як колодки охоплюють всю окружність корпусу і рівномірно притискаються до гальмівної сорочки; не вимагає регулювання зазору між поверхнями, що труться, має невелику масу. Однак ефективність камерного гальма обмежена міцністю гумової камери; камерний гальмо має знижений швидкодію внаслідок

значної кількості рідини (газу), необхідної для заповнення камери, особливо при зносі колодок. Внаслідок впливу високих температур камера має невеликий ресурс, при перегріванні може розрушитися. Для зменшення нагрівання камери між нею і колодками встановлюють теплоізоляційну гумову прокладку. Камерні гальма застосовують на легких і середніх літаках і вертольотах.

Дискові гальма складається з декількох невращаючихся дисків, встановлених на корпусі, і дисків, пов'язаних з барабаном і обертових разом з колесом. Диски встановлені так, що між кожною парою не обертаються дисків знаходиться обертається і навпаки. Всі диски встановлюються на шліцах і мають можливість переміщатися в напрямку осі колеса. На торцевих поверхнях обертових дисків встановлюють накладки з металокераміки, нерухомих дисків - накладки з чавуну.

При затормаживанні колеса в циліндри, розташовані по колу корпусу гальма, подається під тиском рідина, поршні циліндрів висуваються і через притискної диск 10 стискають пакет обертових і невращаючихся дисків. При растормаживанні колеса притискної диск пружинами 11 повертається у вихідне положення. Диски в обертовому колесі відштовхуються одна від одної і між ними з'являються зазори. У міру зношування дисків сумарний зазор в їх пакеті регулюється автоматично за рахунок поступового переміщення притискного диска.

Дискові гальма надійний, має велику площу, що труться і допускає великі зусилля стиснення дисків, завдяки чому створюється високий гальмівний ефект. Гальмо забезпечує плавне гальмування і не вимагає регулювання, проте через велику компактною маси повільно остигає. Гальма охолоджують шляхом винесення їх за межі колеса і примусового охолодження повітрям або рідиною. Охолодження повітрям здійснюється вентилятором, встановленим на колесі. Більш ефективно охолодження рідиною, яка подається на гальма в розпиленому стані. Однак рідінна система складніше і вимагає герметизації гальм, так як спіртоводяная суміш, що застосовується для охолодження, викликає корозію. На сучасних середніх і важких ВС дискові гальма мають переважне застосування.

Автомат гальм забезпечує підвищення ефективності роботи гальм. Гальмування коліс буде найбільш ефективним в тому випадку, коли гальмівний момент відповідає силі зчеплення колеса з поверхнею аеродрому. Сила зчеплення  $F_{\text{сц}}$  залежить від вертикального навантаження на колесо  $P_k$  і коефіцієнта тертя  $f_{\text{тр}}$  шини з ґрунтом:

$$F_{\text{сц}} = f_{\text{тр}} P_k$$

Навантаження на колесо і коефіцієнт тертя - величини непостійні. Навантаження при пробігу літака зростає в міру зменшення підйомної сили крила. Коефіцієнт тертя залежить від стану і матеріалу ВПП, наявності на ній води, снігу, льоду. Тому пілот не в змозі користуватися гальмами з найбільшою ефективністю і перетормаживает або недотормаживает колеса. При перетормаживанні колесо перестає обертатися, що викликає підвищений місцевий знос шини. При недостатньому гальмуванні не використовується повною мірою ефективність гальм. У зв'язку з цим на сучасних літаках

встановлюють автомати гальмування, що підтримують рівність моменту гальмування і моменту сил зчеплення колеса з поверхстю аеродрому.

Автомат гальм працює за наступним принципом. При перетормаживание колеса його обертання різко сповільнюється і датчик автомата гальм дає сигнал на повідомлення лінії гальм зі зливом. Тиск рідини в гальмах падає, частота обертання колеса відновлюється. Як тільки частота обертання колеса відновиться, автомат гальм перекриє лінію зливу і гальмівний момент досягне колишнього значення. Якщо він знову опиниться більше моменту сил зчеплення, робота автомата повториться. Так буде тривати до тих пір, поки пілот не припинить перетормаживание коліс.

Датчик автомата гальм (рис 8.14) кріпиться на корпусі гальмівного пристрою. Валик датчика через зубчасте колесо, постійно знаходиться в зачепленні з шестірнею на барабані колеса, набуває від колеса велику частоту обертання. На валик вільно надіта втулка з торцевими скосами. Обертання валика передається на втулку штовхачем, встановленим в поздовжньому пазі валика. На втулці встановлений маховик, утримуваний від провертання на ній силами тертя, що створюються гальмівною колодкою.

Обертання колеса через зубчасте з'єднання, валик, штовхач і втулку передається на маховик. При різкому уповільненні обертання колеса (юзі) сповільнюється обертання валика, а маховик і втулка по інерції, прагнучи зберегти набрану частоту обертання, обертаються на валу і втулка своїми торцевими скосами виштовхує штовхач вліво. Останній через важіль натискає на кінцевий вимикач, який замикає електричний ланцюг на кран гідросистеми, повідомляє гальма з лінією зливу. При падінні тиску в гальмах колесо розкручується і штовхач пружиною зайняв свою попередню позицію.

Датчики встановлюють на всіх гальмівних колесах або ж на одному з коліс основної опори. У першому випадку кожне гальмівний пристрій працює в режимі автомата не залежно від гальмівних пристроїв інших коліс. У другому випадку від одного датчика растормаживаються одночасно колеса обох основних опор. Розгальмовування всіх коліс від одного датчика зменшує нищпорення літака, але при цьому знижується ефективність гальмування.

### ЛЕКЦІЯ 4.3

**6. Амортизація шасі: призначення, вимоги до амортизаторів, основні поняття (прямий хід, зворотній хід), види амортизаторів. Будова, принцип дії, діаграма роботи, наслідки невірної зарядження рідінно-газового амортизатора. Двокамерний рідінно-газовий амортизатор вертольота. Рідінний амортизатор**

Амортизатори призначені для поглинання і розсіювання кінетичної енергії удару при посадці і рух ПС по нерівностях аеродрому. Амортизація зменшує перевантаження, що діють на конструкцію ВС, збільшуючи таким чином його термін служби, підвищує комфорт пасажирів і екіпажу.

У момент приземлення швидкість руху ВС по траєкторії може бути представлена двома складовими: горизонтальної і вертикальної. Горизонтальна



складова є посадкової швидкістю, вона гаситься протягом пробігу ВС. Вертикальна складова гаситься в процесі обтиску

шин коліс і амортизаторів опор. Основна частина. Кінетичної енергії ВС при посадці поглинається амортизаторами, інша частина (15-25%) - шинами.

На сучасних літаках і вертольотах застосовуються рідинно-газові амортизатори, які мають два робочих тіла: газ і рідина.

Газ є пружним робочим тілом, і його дія можна уподібнити роботі пружини. За рахунок стиснення газу амортизатор має можливість стискатися і поглинати кінетичну енергію удару. Після поглинання цієї енергії газ розтискає амортизатор, повертаючи його в початкове положення. Застосування повітря в якості робочого газу обмежена, оскільки він в суміші з парами робочої рідини вибухонебезпечний при високих тисках і температурах, що виникають при роботі амортизатора. У зв'язку з цим Замість повітря застосовується інертний газ -азот. Застосування азоту доцільно також і тому, що він не викликає корозії деталей амортизатора.

Робоча рідина амортизатора служить для перетворення частини кінетичної енергії удару в тепло з подальшим його розсіюванням в навколишнє середовище. В якості робочої рідини застосовується масло на нафтовій основі АМГ-10.

Щоб амортизатор міг поглинути розрахункова кількість кінетичної енергії ВС при меншому стисненні, його заряджають газом під певним тиском. Тиск газу при повністю розціпленого амортизаторі називається начальним` тиском. Початковий тиск газу приймається таким, щоб при стоянці ВС амортизатор мав деякий обтиснення. Таким чином, при стоянці ВС амортизатори опор кілька обтиснуті і тиск газу в них вище початкового тиску.

Розглянемо роботу амортизатора, не беручи до уваги наявність в ньому рідини і сил тертя. У цьому випадку вся кінетична енергія ВС, яка припадає на амортизатор, витрачається на стиснення газу. Частина цієї енергії перетворюється в тепло, яке розсіюється в навколишнє середовище. Перетворення механічної енергії в теплову з розсіюванням останньої називається гістерезисом. Газ має дуже малий гістерезис, тому при стисненні амортизатора майже вся кінетична енергія при ударі перетворюється в потенційну енергію стисненого газу. Ця потенційна енергія викличе розжатие амортизатора і поверне ВС майже всю його кінетичну енергію. Отже, ВС буде тривалий час здійснювати коливальні рухи у вертикальній площині - до тих пір, поки за рахунок гістерезису газу не буде розсіяна значна частина кінетичної енергії ВС. Тому амортизатори з одним робочим тілом - газом - не застосовуються.

Збільшення гістерезису в амортизаторі досягається за счет рідини. При стисненні і розжатиї амортизатора рідина перетікає з однієї робочої порожнини в іншу через невеликі канали а (рис. 8.6), що створюють великі гідравлічні опору. Велике тертя в потоці рідини викликає її інтенсивне нагрівання. Тепло віддається стінкам амортизатора і розсіюється в навколишнє середовище. Таким чином, при стисненні амортизатора частина кінетичної енергії ВС витрачається на стиснення газу, перетворюючись в його потенційну енергію, а інша частина

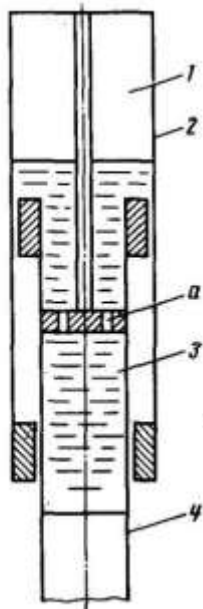
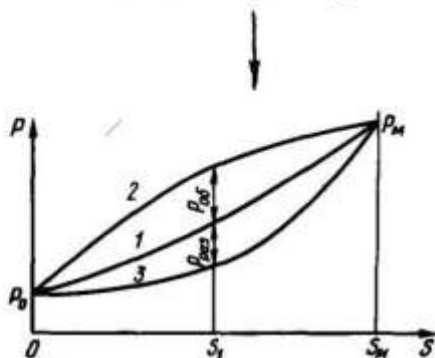


Рис. 8.6. Схема жидкостно-газового амортизатора:  
1 — газ; 2 — циліндр; 3 — жидкість; 4 — шток

Рис. 8.7. Диаграмма работы жидкостно-газового амортизатора



енергії витрачається на подолання гідравлічних опорів і розсіюється. Отже, потенційна енергія газу до кінця обтиску буде менше тієї енергії, яка накопичувалася б при роботі амортизатора без рідини.

При розжатиї амортизатора рідина повертається у вихідне положення, при цьому її перетікання знову пов'язано з гідравлічним

опором і розсіюванням частини потенційної енергії стисненого газу. Таким чином, як при стисненні, так і при розжатиї амортизатора йде розсіювання кінетичної енергії удару. Гістерезис при стисненні амортизатора не можна збільшувати надмірно, так як газ до кінця обтиску повинен мати потенційну енергію, достатню для повернення амортизатора в початкове положення для сприйняття повторних ударів.

Діаграма роботи рідинно-газового амортизатора (рис. 8.7) показує залежність сили  $P$ , що діє на шток, від обтиску амортизатора  $S$ . Тут  $P_0$  — сила на штоку, відповідна початковому тиску газу;  $P_M$  — сила на штоку, відповідна тиску газу при повному стисненні амортизатора; крива 1 показує залежність витрачених на стиснення газу зусиль в залежності від обтиску амортизатора; крива 2 — залежність зусиль  $P_{об}$ , що витрачаються на подолання гідравлічних опорів рідини при стисненні амортизатора; крива 3 — залежність зусиль  $p_{раз}$ , що витрачаються на подолання гідравлічних опорів рідини при розжатиї амортизатора.

На початку і в кінці обтиску амортизатора швидкість руху штока дорівнює нулю, тому і зусилля, витрачені на подолання гідравлічних опорів рідини, також дорівнюють нулю. У міру обтиску амортизатора швидкість руху штока збільшується, зростають і сили  $P_{об}$ , необхідні для подолання гідравлічних опорів. До кінця прямого ходу штока ці сили зменшуються до нуля. При розжатиї амортизатора зміна сил  $p_{раз}$  має приблизно такий же характер.

Робота, що здійснюється амортизатором, дорівнює добутку сили, що діє на шток, на його переміщення:  $A = PS$ , тому площі діаграми характеризують роботу амортизатора.

Площа  $O P_1 P_m S_m O$  висловлює роботу, затрачену зовнішніми силами на стиснення газу при стисненні амортизатора. Оскільки гистерезис газу дуже малий, можна прийняти, що ця ж площа відповідає роботі газу при розжатиі амортизатора.

Площа  $P_o P_1 P_m P_o$  висловлює роботу зовнішніх сил, затрачену на подолання гідравлічних опорів рідини при стисненні амортизатора, а площа  $P_o P_1 P_m P_o$  - роботу стисненого газу, що витрачається на подолання гідравлічних опорів рідини при розжатиі амортизатора. Площа  $P_o P_2 P_m P_o$  відповідає роботі, витраченій безповоротно на подолання гідравлічних опорів рідини за весь цикл роботи амортизатора, т.е. це робота, витрачена на гистерезис. Площа  $O P_o P_3 P_m S_m O$  висловлює роботу, не поглинену амортизатором і витрачається на переміщення ВС вгору в процесі розжатиі амортизатора. Ця частина енергії поглинається амортизатором при наступних циклах роботи.

Чим більше площа гистерезиса, тим швидше припиняться вертикальні коливання ВС після удару. Однак зі збільшенням цієї площі збільшується час повного спрацювання амортизатора, і воно може виявитися занадто великим для його підготовки до повторного удару.

При розгляді діаграми роботи амортизатора не враховуються робота сил тертя його рухомих частин об нерухомі. Ці сили значні, особливо в ущільнюючих пакетах, і можуть досягати 20% від повного навантаження на амортизатор. Сили тертя приблизно однакові як при стисненні, так і при розжатиі амортизатора. Вони викликають нагрів деталей амортизатора, отже, робота сил тертя розсіюється, тому відноситься до гистерезису.

Розглянемо роботу рідинно-газового амортизатора, представленого на рис. 8.8. Нижня порожнина А, кільцева порожнина Б і частина верхньої порожнини В постійно заповнені рідиною, решта порожнини В - стисненим газом. Амортизатор показаний в вихідному (розціпленого) положенні. При русі штока вгору під дією зовнішнього навантаження рідина з порожнини А витісняється через калібрований отвір в порожнину В. Частина рідини з порожнини В перетікає через отвори в буксе в порожнину Б. У міру обтиску амортизатора газ все більш стискається. Енергія удару витрачається на стиснення газу, подолання гідравлічних опорів рідини, що перетікає з нижньої порожнини у верхню, і подолання сил тертя деталей штока і циліндра.

Після поглинання кінетичної енергії ВС газ починає переміщати шток вниз. Рідина з верхньої порожнини перетікає в нижню, а з кільцевої порожнини витісняється у верхню. Особливістю повернення рідини з порожнини Б в порожнину В є те, що вона створює при цьому великі гідравлічні опору в отворах клапана 3, притиснутого до буксе 2 тиском рідини (при прямому ході амортизатора клапан знаходився в нижньому положенні, залишаючи отвори в буксе відкритими для вільного заповнення порожнини Б рідиною).

Таким чином, при разжатии амортизатора частина потенційної енергії газу

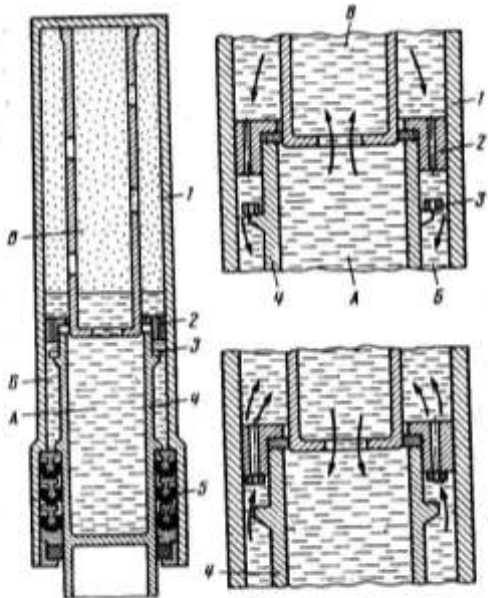


Рис. 8.8. Схема работы амортизатора:  
1 - циліндр; 2 - буська; 3 - клапан; 4 - шток; 5 - ущільнювальний шток

витрачається на.преодоленіє гідравлічних опорів рідини, що перетікає з кільцевої порожнини у верхню, частина - на подолання сил тертя і переміщення вгору ПС.

Плавність роботи амортизатора досягається за допомогою різних механізмів, що регулюють розміри каналів, через які рідина перетікає в процесі обтиску і разжатия амортизатора. Прикладом такого пристрою при розтисканні є в розглянутому амортизаторі клапан 3. На рис. 8.9 показані ще два подібних

пристрої, що працюють при стисненні амортизатора. В одному випадку розміри каналів змінюються профілірованою голкою 3, у другому випадку шток по мірі руху вгору перекриває поздовжні пази 5 на плунжері, а при разжатии амортизатора вступає в дію клапан 6.

Підбором площ каналів і їх зміною в процесі руху штока можна отримати амортизатор, в якому основна частина енергії удару розсіюється при прямому або зворотному ході штока, або в однаковій мірі - як при стисненні, так і при разжатии амортизатора. Найчастіше застосовуються амортизатори з переважним гальмуванням штока при разжатии амортизатора.

М'яку амортизацію забезпечує двокамерний амортизатор, який на відміну від амортизатора звичайної схеми має додаткову газову камеру Б (рис. 8.10), тиск газу в якій в кілька разів вище, ніж в основній камері А. Основна і додаткова камери розділені плаваючим поршнем.

При невеликих навантаженнях амортизатор працює, як звичайний, і газ стискається тільки в камері А. Якщо ж на амортизатор впливає різкий удар, рідина, укладена в порожнині штока, створює як би гідравлічний упор, що перешкоджає переміщенню штока. Тиск рідини в порожнині різко зростає, і, коли зусилля рідини перевищить зусилля газу в камері Б, плаваючий поршень переміститься вгору. Завдяки цьому тиск рідини в нижній камері, а отже, і зусилля в амортизаторі зменшаться. При подальшому стисненні амортизатора працюють обидві газові камери. Двокамерні амортизатори мають значне поширення як на літаках, так і на вертольотах.

Поряд з рідинно-газовими амортизаторами можуть застосовуватися рідинні амортизатори, які мають одне робоче тіло - стисливу рідину, якою заповнений весь обсяг амортизатора. Принцип роботи рідинного амортизатора той же, що і рідинно-газового. При прямому ході штока рідина з гідравлічними опорами перетікає з однієї порожнини в іншу і одночасно стискається. Енергія

стиснення рідини використовується для повернення штока в початкове положення. Енергія удару витрачається в процесі обтиску і разжати амортизатора на подолання гідравлічних опорів рідини і тертя.

Рідинний амортизатор має малі масу і габаритні розміри, здатний сприймати дуже велику енергію при малому ході штока, але має більшу жорсткість і нечутливий до невеликих змін навантаження. Максимальні тиску в рідинному амортизаторі в залежності від типу робочої рідини приймаються обичновпределах 300 - 400 МПа, в умовах таких високих тисків складно вирішити проблему ущільнень.

Існують і інші різновиди амортизаторів, наприклад гумові та пружинно-фрикційні. У рідинно-газовому амортизаторі в газовій камері може встановлюватися пружина. Цей додатковий пружний елемент дозволяє зробити амортизатор більш м'яким. Однак в цивільній авіації ці типи амортизаторів поширення не отримали.

Як зазначалося, в амортизації удару беруть участь шини коліс. Робота шини

$$A_{ш} = P_{к} \delta / 2,$$

де  $P_{к}$  - сила, що діє на колесо;  $\delta$  - обтиснення шини. Звідси випливає, що чим більше обтиснення шини, тим більшу кінетичну енергію вона поглинає. Оскільки повітря, укладений в шині, має малий гістерезис, майже вся поглинена енергія повертається ВС при разжати шини.

**7. Прибирання шасі: схеми прибирання (в поперечній площині, у повздовжній площині). Переваги й недоліки кожної схеми. Механізми прибирання, кінематика прибирання, замки випущеного и прибраного становища, їх будова. Керування стулками шасі. Сигналізація положень опор шасі. Керування поворотом коліс передніх опор, пристрої для виставлення передніх коліс в нейтральне положення**

Прибирання і випуск шасі здійснюються зазвичай за допомогою гідравлічної системи. При подачі в гідроциліндр рідини під тиском його шток переміщається, прибираючи або випускаючи опору. Фіксація опор в крайніх положеннях може здійснюватися шляхом замикаання рідини в циліндрі, оскільки рідина практично нестислива. Однак гідравлічна фіксація опор ненадійна внаслідок витоків рідини через ущільнення, можливості руйнування елементів гідросистеми, тому шасі мають механічні замки випущений:

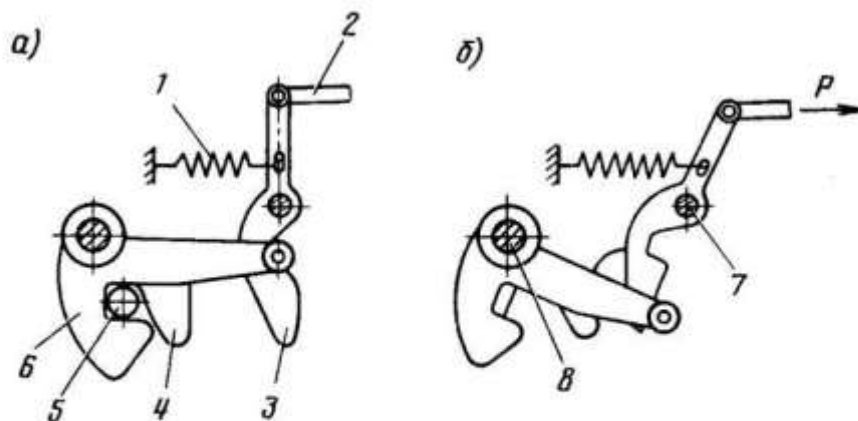


Рис. 8.19. Типовой замок шасси:

а - замок закрыт; б - замок открыт; 1 - пружина; 2 - тяга; 3 - защелка; 4 - корпус; 5 - серьга опоры; 6 - крюк; 7, 8 - оси крюка и защелки

прибраного положення опор.

Широко застосовується механічний замок, показаний на рис.8,19. Замок має гак і засувку з пружинами. Крюк захоплює сережку опори, засувка фіксує гак в закрутити положенні. Щоб відкрити замок, необхідно з гака зняти засувку. Засувка знімається з гака за допомогою механічної системи, гідравлічного або електричного приводу. Закривається замок автоматично: сережка тисне на гак, поворачвая його в сторону закриття. Коли гак займе закрите положення, засувка під дією своєї пружини сідає на гак, фіксуючи його в закритому положенні.

Механічний кульковий замок (рис 8.20) встановлюється в гидроцилиндре прибирання і випуску опори і фіксує шток циліндра в одне з крайніх положень. Замок має кульки, свободно розміщені в гніздах на поршні, завзяте кільце і плунжер з пружиною. При підході поршня до правого положенню плунжер конусної частиною розпирає кульки, вони западають за завзяте кільце і заклинивают поршень в циліндрі. Відкривається замок тиском рідини, що надходить в праву порожнину циліндра. Тиском рідини плунжер зсувається вправо, звільняючи кульки замку.

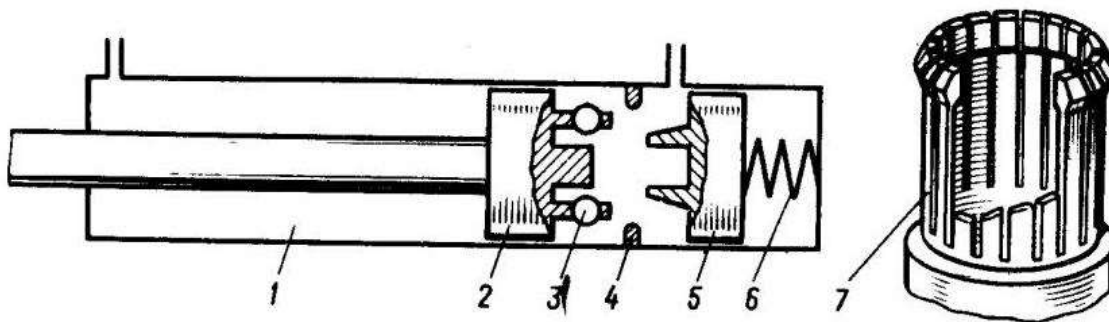


Рис. 8.20. Схема шарикового замка:

1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – шарик; 4 – упорное кільце; 5 –плунжер; 6 – пружина; 7 – цанга

Різновидом кулькового замку є цанговий замок. У ньому роль кульок виконує цанга, закріплена на поршні.

**Управління стулками ніш шасі** проводиться з метою зменшення аеродинамічного опору ВС. На сучасних літаках стулки знаходяться в закритому положенні не тільки при прибраному, але і при випущеному положенні шасі. Останнє передбачається для зменшення лобового опору літака при зльоті. Такі стулки відкриваються тільки, щоб пропустити опору на збирання й випуск.

Управління стулками здійснюється механічними пристроями або за допомогою гідроциліндрів. Механічні системи наводяться в дію рухом опори: початок руху опори на прибирання викликає повне відкриття стулок, в кінці прибирання - закриття, і, навпаки, як тільки опора починає рухатися вниз, стулки повністю відкриваються, а в кінці випуску закриваються.

При гідравлічному приводі рідина в циліндри на відкриття і закриття стулок подається в суворій послідовності автоматично від електричних сигналів, що надходять від кінцевих вимикачів на замках шасі. У разі керування від гідроциліндрів стулки забезпечуються механічними замками закритого положення.

**Сигналізація положення опор шасі** передбачається на літаках і вертольотах з шасі. Для виконання польоту пілот повинен бути переконаний, що шасі прибране (випущено) і зафіксовано замками. Особливо це важливо при посадці, коли від положення опор залежить безаварійний кінцевий результат польоту.

Сигналізацію положення опор виконують у вигляді механічних і електромеханічних показчиків, світлової та звукової сигналізації.

Механічні показчики виконуються у вигляді штирів, що знаходяться в полі зору екіпажу. Штир пов'язаний з опорою механічної проводкою. При випущеній опорі штир виступає над обшивкою крила (фюзеляжу), при збиранні опори втягується врівень з обшивкою. Механічні показчики застосовуються найчастіше на легких літаках.

Електромеханічні показчики мають індикатори на приладовій дошці пілотів, стрілки якого переміщуються по мірі збирання і випуску опор, показуючи їх положення. Датчики встановлені поблизу опор і механічно пов'язані з одним з кінематичних елементів опори. Електромеханічні показчики НЕ сигналізують про стан замків шасі.

Світлову сигналізацію передбачають для кожної опори шасі у вигляді світлосигналізатори випущеного і проміжного положень. При випущеній і зафіксованій замком опорі ввімкнеться зелене світлосигналізатори, в процес се прибирання шасі - червоний світлосигналізатори. Останній вимикається при виході опор на замки прибраного положення. Таким чином, в польоті світлосигналізатори не горять.

Світлосигналізатори вмикаються і вимикаються Обачним кінцевими вимикачами, встановленими на замках опор.

Передбачається також сигналізація про необхідність випуску шасі, якщо вони не випущені при заході на посадку. Така сигналізація виконується у

вигляді світитися табло «Випусти шасі» і звукового сигналу. В якості звукового сигналу використовується сирена або мовна команда «Випусти шасі». Згідно з Нормами льотної придатності сигналізація про невипуск шасі повинна працювати від двох незалежних каналів: при відхиленні механізації крила і при перекладі важелів управління двигунами в положення нижче заданого, якщо при цьому швидкість польоту менше певного значення.

**Управління колесами передніх опор** передбачають для поліпшення маневреності ВС на землі. Колеса передніх опор виконуються самопозиціонується, т. Е. Вони мають можливість вільно повертатися вліво і вправо, що підвищує шляхову стійкість і покращує маневреність ВС при руленні з використанням гальм і керма напрямку. Для самоорієнтування вісь переднього колеса виноситься назад від осі стійки. Бічна сила тертя, що діє на винесене назад колесо, розгортає його в напрямку руху ПС.

Для важких літаків самоорієнтування передніх коліс недостатньо для гарної маневреності при рулюванні тому передбачаються системи управління поворотом коліс з приводом від гідравлічних циліндрів, встановлених на стійці опори (рис.8.21). '

При подачі рідини під тиском в одну з порожнин циліндрів їх штоки переміщуються і обертають поворотний хомут, з якого рух через двухзвенник передається на розворот колеса. Управління подачею рідини в циліндри здійснюється з кабіни екіпажу від спеціального штурвала.

Обертання штурвала через механічну проводку передається на розподільчий механізм, золотники якого управляють подачею рідини в циліндри.

Система має стежити пристрій, завдяки котрому розворот колеса відразу ж припиняється, як тільки пілот перестає обертати штурвал. Розворот колеса обмежується упорами на стійці і поворотному хомуті.

Колесо передньої опори після відриву від землі автоматично встановлюється в нейтральне положення. Це не обходимо для подальшої посадки ПС та розміщення прибраній опори в ніші мінімальної ширини. Пристроєм для цієї мети когут служити два кулачка (рис. 8.22). Верхній кулачок кріпиться на штоку амортизатора, нижній - в циліндрі. Коли амортизатор обжаний, кулачки знаходяться на видаленні один від іншого і не перешкоджають повороту штока в циліндрі і, отже, повороту колеса. Після відриву опори від землі амортизатор розтискається і кулачки приходять в зіткнення один з другом. Якщо колесо розгорнуто, кулачки за рахунок скосів розгортають шток, встановлюючи колесо в лінію польоту. Кулачки одночасно є упорами, що обмежують разжатие амортизатора.