

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

**Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки**

**ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Поршневий двигун»  
вибіркових компонент  
освітньо-професійної програми  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт**  
**(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)**

**за темою № 2 – Циліндро-поршнева група**

**Кременчук 2023**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Харківського національного  
університету внутрішніх справ  
Протокол від 30.08.2023 р. № 7

**СХВАЛЕНО**

Методично радою Кременчуцького  
льотного коледжу  
Протокол від 28.08.2023 р. № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією науково-методичної ради  
ХНУВС з технічних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 р. № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 р. № 1

**Розробники:** викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки *Яніцький А.А.*

**Рецензенти:**

1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор *Тамаргазін О.А.*

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, к.т.н., с.н.с. *Тягній В.Г.*

### **План лекції**

1. Призначення групи і її склад. Конструкція деталей групи і матеріали з яких вони виготовлені. Умови роботи деталей групи.
2. Несправності деталей групи, їхні зовнішні ознаки, причини і наслідки: передчасний знос деталей групи, перегрів головок циліндрів, тріщини головок циліндрів, руйнування перемичок між канавками поршня і відгин верхнього бурту поршня, задир гільзи циліндра і поршня, порушення герметичності з'єднання випускних труб.

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

#### **Основна:**

1. Крученко І.Л., Кеба І.В. «Авіаційний двигун М-14В26», 2004 р.
2. Лабазін П.С. «Авіаційний двигун АШ-62ІР», 2004 р.

#### **Допоміжна:**

3. Лапшин А.М., Анохін П.І. «Авіаційний двигун М-14П», 2006 р.

#### **Інформаційні ресурси в інтернеті**

4. <https://www.youtube.com/watch?v=cIBWNu9fIro>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=ZuvtJqDm2vs&t=1s>

### **Текст лекції**

#### **1. Призначення групи і її склад. Конструкція деталей групи і матеріали з яких вони виготовлені. Умови роботи деталей групи**

Циліндрова група двигуна включає в себе циліндри з клапанными механізмами, поршні, деталі механізму газорозподілу, впускні труби і дефлектори.

Циліндр двигуна разом з днищем поршня утворює камеру, в якій відбуваються згоряння паливоповітряної суміші і перетворення теплової енергії в механічну роботу.

Для своєчасного відкриття і закриття клапанів впуску та випуску відповідно до діаграми газорозподілу служить механізм газорозподілу.

Нормальна робота двигуна забезпечується рівномірним охолодженням його циліндрів. Охолодження двигуна здійснюється потоком, що набігає повітря, створюваним повітряним гвинтом.

### ***КОНСТРУКЦІЯ ЦИЛІНДРА З КЛАПАНИМ МЕХАНІЗМОМ***

Циліндр (рис. I) двигуна складається з двох основних частин: сталевій механічно обробленій гільзи і наварнути на неї в гарячому стану головки з алюмінієвого сплаву. На нижній бурт головки напресовано сталеве бандажне кільце.

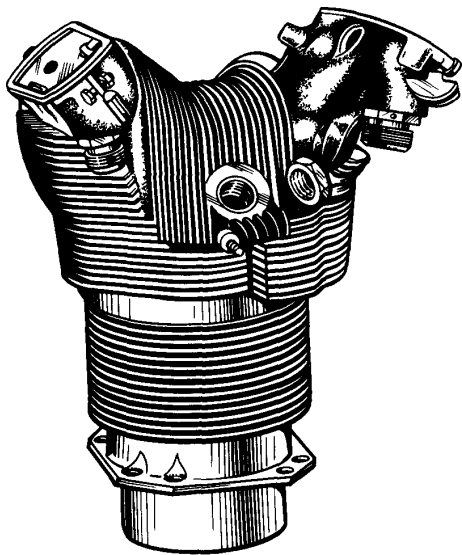
Гільза циліндра виготовлена з поковки легованої сталі, термічно оброблена, внутрішня її поверхня азотированного, шліфувана і остаточно доведена хонингованим. Зовні гільза має охолоджуючі ребра і фланець з отворами для кріплення циліндра до середнього картера. Циліндрична частина нижче фланця (спідниця) забезпечує центрування гільзи щодо вікна картера.

На верхній частині гільза має напорегливу різьблення з ущільнювальним поясом для з'єднання з головою циліндра.

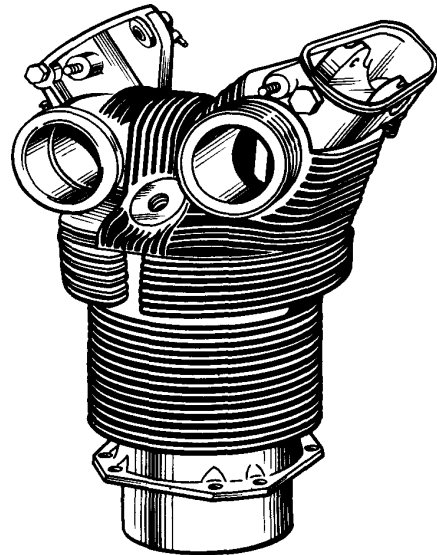
Головка циліндра відлита з алюмінієвого сплаву разом з двома клапанними коробками. По зовнішній поверхні головка має вертикальні і горизонтальні ребра, відлиті за одне ціле з головою. Внутрішня порожнина головки циліндра механічно оброблена, має напорегливу різьблення для з'єднання з гільзою і разом з поршнем утворює камеру згоряння напівсферичної форми.

З внутрішньої сторони головки циліндра запресовані сідла клапанів впуску та випуску. Верхніми пасками сідла развальцовані в голівці.

Робоча фаска сідла клапана впускання оброблена під кутом  $30^\circ$ , фаска сідла клапана випуску - під кутом  $45^\circ$  відносно площини нижнього торця сідла.



*Вид спереду*



*Вид ззаду*

*Циліндр Рис. I*

У денцях клапанних коробок, розташованих із зовнішнього верхньої сторони гільзи, просвердлені отвори, в які з натягом запресовані бронзові направляючі втулки клапанів. Втулки розташовані під кутом  $75^\circ$  симетрично осі циліндра. У потовщеною частини бічних стінок коробок клапанів оброблені

отвори для осей коромисел клапанів з зовнішніми виточками під ущільнювальні шайби. Спереду, знизу, в клапанні коробки вкручені штуцера для кріплення кожухів тяг, ззаду вкручені дві шпильки для кріплення повітряних дефлекторів.

У передній частині коробок є вушка, в отвори яких вставлені і развальцовані осі, на яких підвішені упори натяжних баранчиків. У задній частині коробок є бобишка, в яку ввернуть гвинт кріплення кришки. На шийку гвинта надаватися кільцевої трос, що укладається в жолобки кришки клапанної коробки. Іншою стороною трос надаватися на натяжна баранчик і, натягуючи спеціальним ключем, щільно притискає кришку до клапанної коробки.

Ущільнюється клапанна кришка гумовим кільцем.

З заднього боку головки розташовані: зліва - патрубок впуску з укрученим сталевим обмідненим штуцером, праворуч - патрубок випуску про накручені бронзовим кільцем. До лівого патрубку кріпиться труба впуску, а до правого - патрубок випускного колектора.

На передній і задній частинах головки циліндра в отвори з різьбленням вкручені три бронзові втулки з внутрішнім різьбленням. Дві втулки, розташовані симетрично осі циліндра, служать для ввертвання передньої і задньої свічок. Третя втулка, ввернути в бобишку, розташовану спереду під коробкою випускного клапана, служить для ввертання пускового клапана системи запуску. Нижче свічкового отвору передньої свічки розташована шпилька кріплення кронштейна жалюзі.

Кожен циліндр має один клапан впускання і один клапан випуску, виготовлені з поковок жаростійких сталей.

Клапани забезпечують впуск суміші в циліндри і випуск газів з них в тактах впуску та випуску і герметизують циліндри в тактах стиснення і розширення.

Клапан впуску (рис. 2) виготовлений із сталі ХІ2М. Його грибок з боку, протилежного штоку, має увігнуту поверхню, діаметр грибка більше, а діаметр штока менше, ніж у клапана випуску. Третя поверхню і торець штока клапана впускання загартовані струмами високої частоти, а грибок і частина штока (крім робочої фаски) піддані антикорозійному хімічному нікелюванню і термооброблені.

Клапан випуску притискається до сідла двома пружинами: зовнішньої (2) і внутрішньої (3).

Нижніми торцями пружини впираються: зовнішня - в шайбу, встановлену в клапанну коробку циліндра, внутрішня - в буртик втулки клапана.

Верхніми торцями обидві пружини впираються в тарілку (5), яка сама спирається на роз'ємний конічний, покритий міддю замок (4), що входить в виточку штока клапана. Поверхня замку клапана впускання обмідне, а клапана випуску - латунірована.

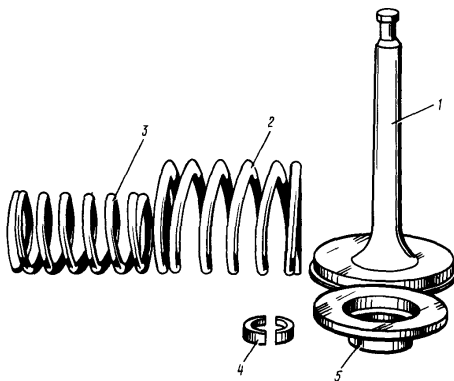
Клапан випуску виготовлений зі сталі 4ХІ4НІ4В2М, з боку камери згоряння має опуклу поверхню грибка. Шток і грибок клапана випуску всередині на дві третини заповнені металевим натрієм, який при нагріванні розплавляється і сприяє кращому відводу тепла від більш нагрітого грибка клапана до штоку, а потім через направляючу втулку штока і головку циліндра в атмосферу.

На торці штока цього клапана приварений наконечник з більш зносостійкого матеріалу, а на робочій фаски наплавлені стелліт ВХН-І. Робоча фаска клапана впускання виконана під кутом  $30^\circ$  до площини грибка, а клапана випуску - під кутом  $46^\circ 15'$ .

Для запобігання нагару на штоку клапана випуску і "зависання" клапана введено ущільнювача - скребковий пристрій. Ущільнювача -скребковий пристрій (рис. 3) клапана випуску (І) складається з двох сталевих кілець ущільнювачів (2) і розділової шайби (9), розміщених в сталевій втулці (3).

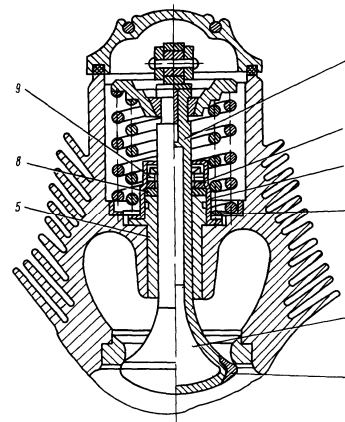
Ущільнювальні кільця (2) - розрізні, термофіксований на постійне обтиснення штока, мають внутрішню конічну поверхню і встановлені на штоку більшими підставами конічної поверхні до грибка клапана (І).

Поздовжнє переміщення кілець (2) обмежена зверху бурти втулки (3), а знизу - шайбою (8), запресованої у втулку (3), фланець якої є опорною поверхнею внутрішньої пружини (4), постійно притискає весь пакет до направляючої втулці (5) клапана. При відкритті клапана кільця ущільнювачів (2) знімають зі штока клапана (І) мастило, запобігаючи утворенню нагару і тим самим "зависання" клапана.



Клапан впуску Рис. 2

1. Клапан впуску
2. Зовнішня пружина
3. Внутрішня пружина
4. Роз'ємний замок
5. Тарілка клапана



Ущільнювача - скребковий пристрій клапана випуску Рис. 3

1. Клапан випуску
2. Кільце ущільнювача
3. Втулка
4. Внутрішня пружина
5. Направних втулка
6. Наплавлення стелліта

7. Металевий натрій

8. Шайба

9. Роздільна шайба

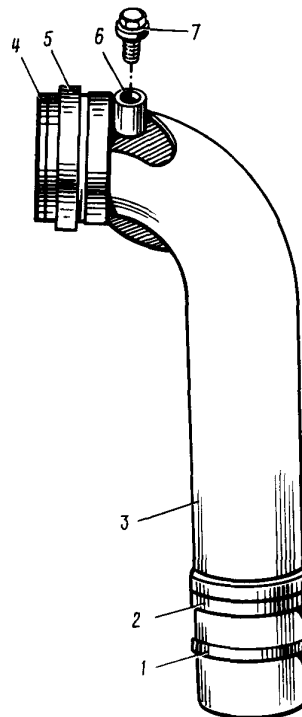
Впускні труби (рис. 4) служать для підведення суміші від нагнітача до циліндрів.

Впускні труби виготовлені з суцільнотягнутої труби з розвальцюванням короткого вигнутого кінця.

Впускная труба прикріплена до циліндра за допомогою гайки, наворачтаються на зовнішній штуцер. Ущільнюється труба паронітовими прокладками, встановленими в торцеву канавку штуцера.

Нижній кінець труби встановлюється в патрубок смесесборніка, кріпиться гайкою і ущільнюється гумовим кільцем.

На впускних трубах нижніх циліндрів № 4, 5 і 6 приварені бобишки з різьбленням під пробки для зливу мастила або бензину з труб для захисту від гідравлічного удару.



*Впускная труба циліндрів № 4, 5 і 6 Рис. 4*

1. Гумове кільце

2. Гайка

3. Впускная труба

4. Опорне кільце

5. Накидна гайка

6. бобишками

7. Пробка

## **ПОРШЕНЬ**

Поршень (рис. 5) сприймає тиск газів і передає їх роботу через шатун на колінчастий вал.

Поршні отштамповані з алюмінієвого сплаву, механічно оброблені зовні і частково всередині.

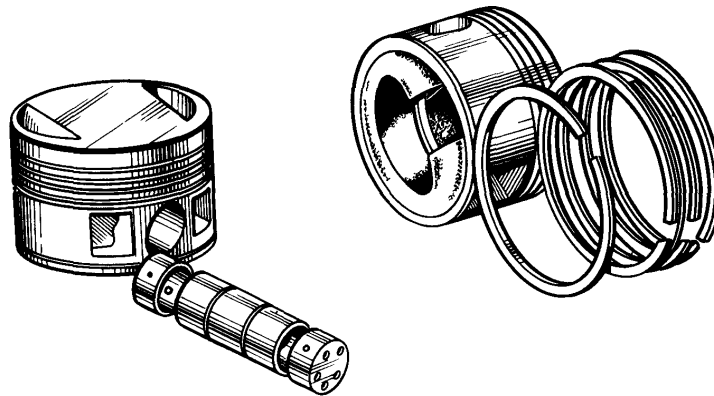
Днище поршня зовні плоске, поліроване. На зовнішній поверхні днища є дві виїмки, розташовані під клапанами, які виключають можливість ударів поршня про клапани в разі їх "зависання" у відкритому положенні і при провертанні колінчастого вала з нерегульованою газорозподілом двигуна.

За бічної зовнішньої поверхні поршня проточені п'ять канавок: чотири канавки в верхньому поясі і одна в нижньому, в які встановлюються поршневі кільця.

У три верхні канавки встановлюються трапецієподібні газоплотнітьєльні кільця, хромовані по зовнішньому діаметру, в четверту канавку - мастилозбірне кільце з прорізами і канавкою, а в п'яту - конусне мастилоз'ємне кільце.

У четвертій канавці просвердлені отвори, через які мастило, що знімається кільцем зі стінок циліндра, відводиться в картер.

Усередині поршень має дві діаметрально протилежні бобишки з отворами для поршневого пальця. Зовні у бобишек вифрезерована виїмки для зменшення маси поршня, в яких просвердлені отвори для додаткового відводу мастила зі стінок циліндра.



*Поршень, поршневі кільця і поршковий палець з заглушками Рис. 5*

Поршковий палець виготовлений з хромонікелевольфрамової сталі, пустотіла, термооброблена до високої поверхневої твердості. Посадка пальця в бобишках поршня і головки шатуна плаваюча.

Від подовжнього переміщення в поршні палець утримується двома алюмінієвими заглушками. У заглушках виконані по шість дренажних отворів і по три отвори для мастила зовнішньої поверхні заглушки.

Поршкові кільця виготовлені з легованого чавуну. Газоплотнітьєльні трапецієподібні кільця мають циліндричну утворить, по якій вироблено пористе



хромування. За зовнішньої утворює поверхні мастилозбірних кільця проточили канавка з дванадцятьма прорізами для відводу мастила.

Мастилосбрасивающее кільце має конусну зовнішню утворить поверхню. На поршень мастилосбрасивающее кільце встановлюється меншим підставою конуса до днища поршня.

Поршні з кільцями і пальцями, а також робочі поверхні гільз циліндрів змащуються розбризкує мастилом, що надходять через форсунку, укручену в щокку передньої частини колінчастого вала, і по зазорам шатуного механізму.

### **ДЕФЛЕКТОРИ**

Дефлектори циліндрів (рис. 12) служать для направлення потоку охолоджуючого повітря до менш обдувається задніх поверхнях головки і гільзи циліндра. Дефлектори підвищують інтенсивність і рівномірність охолодження циліндра. На двигун встановлюється вісім бічних межциліндрових дефлекторів (І) і дев'ять верхніх (головних) дефлекторів (5).

Дефлектори виготовлені з листового алюмінію штампуванням.

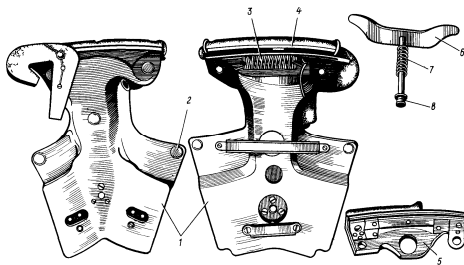
Верхні дефлектори кріпляться на голівці кожного циліндра двома шпильками і гайками. Вони мають отвори з вмонтованими гумовими кільцями для установки провідників запалювання.

Межциліндрові дефлектори (І) кріпляться вгорі до двох дефлекторам сусідніх циліндрів замками (3), а внизу - до гільзам циліндрів за допомогою скоби (6), яка встановлюється між ребрами гільз двох сусідніх циліндрів.

На дефлектори встановлені гумові упори (2) для запобігання торкання дефлекторів про ребра циліндрів.

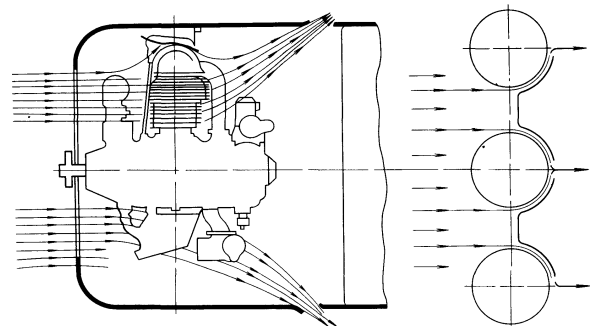
Охолодження двигуна здійснюється повітрям, що поступає через керовані жалюзі в передній частині капота (рис. 13).

Дефлектори головок циліндрів утворюють суцільне кільце, в яке вмонтовані м'які прокладки для ущільнення простору між дефлекторами і капотом двигуна. Кріплення дефлектора циліндрів J6 5 і 6 на двигуні не передбачено. Вихід охолоджуючого повітря здійснюється через щілину між задньою кромкою капота і поверхнею фюзеляжу.



*Дефлектори циліндрів Рис. 12*

1. Межциліндровий дефлектор
2. Гумовий упор
3. Замок
4. Гумовий упор

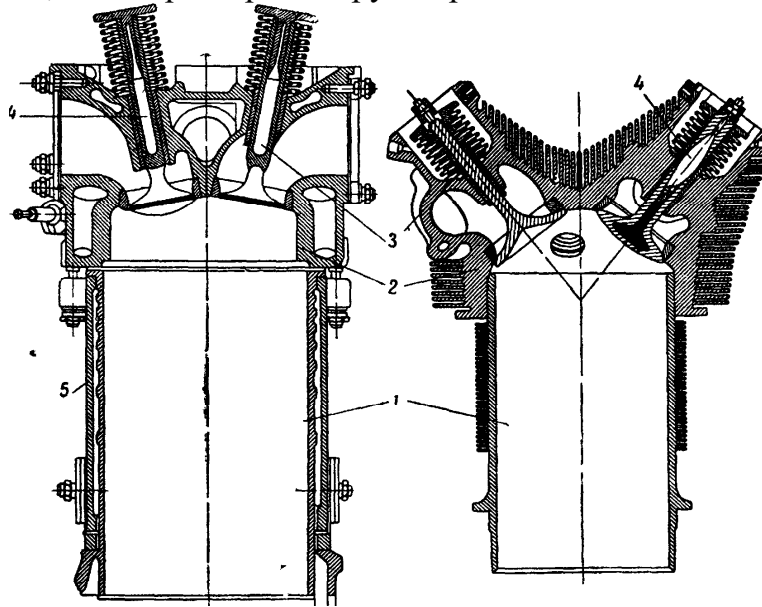


*Схема охолодження двигуна Рис. 13*

- 5. Верхній дефлектор
- 6. Скоба
- 7. Пружина
- 8. Гайка

### **ЦИЛІНДР**

Циліндр авіаційного двигуна є робочою камерою, в якій відбувається згорання суміші палива з повітрям і перетворення виділеного тепла в механічну роботу; крім того, циліндр направляє рух поршня.

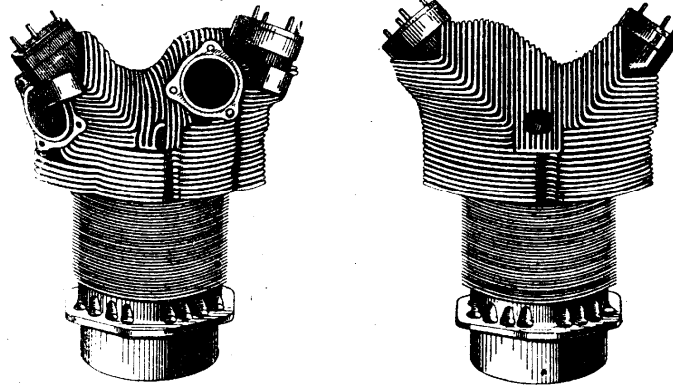


*Фіг. 1. Розріз циліндрів рідинного і повітряного охолодження:  
1 -гільза циліндра, 2-головка циліндра; 3-клапан впускання; 4 клапан випуску; 5 -  
сорочка циліндра рідинного охолодження*

В процесі роботи двигуна циліндр піддається дії високої температури газів і знаходиться під значним тиском газів, що доходить до  $50-75 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ .) Тому циліндр повинен бути міцним і добре охолоджуватися щоб уникнути перегріву. Разом з тим циліндр повинен мати невелику вагу. Щоб задовольнити цим вимогою, циліндр (фіг. 1), як правило, виготовляють з двох частин - гільзи і головки. Гільза виконується зі сталі (для міцності); всередині вона ретельно шліфується і полірується для зменшення тертя і зносу при русі поршня. Внутрішня поверхня гільзи називається дзеркалом циліндра. Головка циліндра для поліпшення тепловіддачі виготовляється з алюмінієвих сплавів (сплави алюмінію мають гарну теплопровідність).

У голівках циліндрів повітряного і рідинного охолодження є спеціальні вікна (отвори) з клапанами, через які в певні моменти надходить повітря або суміш палива з повітрям і виходять продукти згорання. Ці отвори закриваються клапанами. Клапан впуску відкриває відповідне вікно тільки під час наповнення циліндра, а клапан випуску - під час очищення циліндра від продуктів згорання.

Крім отворів, що закриваються клапанами, в циліндрі є ще ряд отворів, а саме: два отвори служать для постановки свічок, один отвір для підведення стисненого повітря (при запуску двигуна) і одне або не чути, або використовується для постановки форсунки, що розпорошує паливо в циліндрі. Форсунками забезпечені тільки двигуни з безпосереднім уприскуванням.



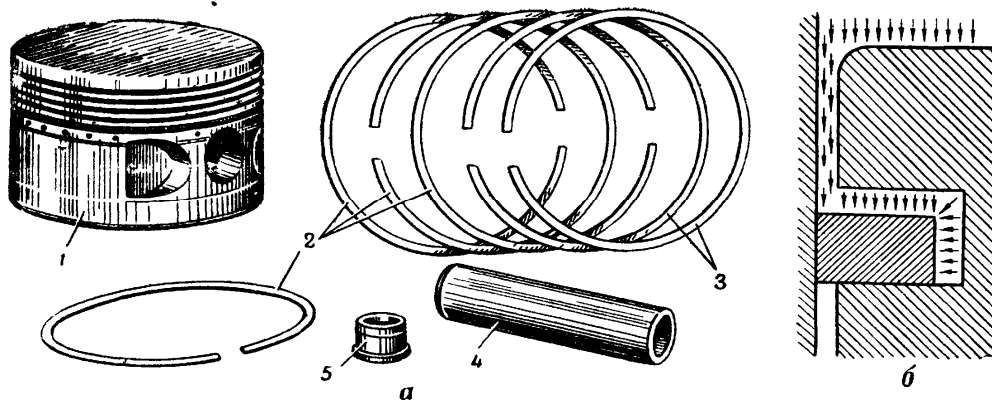
Фіг. 2. Загальний вигляд циліндрів повітряного охолодження

### **ПОРШЕНЬ**

Поршень сприймає тиск газів і передає їх роботу на колінчастий вал.

Під час роботи двигуна поршень переміщається з великою швидкістю і піддається дії високих температур і тисків. Тому він повинен бути легким, міцним, добре відводити тепло і надійно ущільнювати камеру циліндра від прориву газів. В даний час поршні куються і штампуються із сплавів алюмінію.

У поршні розрізняють днище, на яке тиснуть гази, і циліндричну частину (бічну поверхню), котра спрямовує рух поршня (фіг. 3). У середині циліндричної частини розташовані потовщені припливи для приміщення решт поршневого пальця. Зовні на бічній поверхні зроблені кільцеві канавки, в яких містяться поршневі кільця, виготовлені зі спеціального чавуну і володіють пружними властивостями. Кільця щільно прилягають до дзеркала циліндра і попереджають прорив газів з циліндра в картер, а також проникнення повітря всередину циліндра. Ці кільця називаються газо-ущільнювачими або компресійними. Крім них, на поршні є ще мастило ущільнюючі кільця, які запобігають потраплянню мастила всередину циліндра.



Фіг. 3. Поршень:

*а* -комплект поршня: 1 - поршень, 2 - газо ущільнююче кільце; 3 - мастилозбірні кільця, 4 - поршневий палець, 5 - заглушка

*б* - схема дії газо ущільнюючого поршневого кільця

Зчленування поршня з шатуном здійснюється за допомогою поршневого пальця, виготовленого зі сталі. Для полегшення пальець виконують порожнистим. Спеціальні заглушки або кільця утримують палець в поршні і тим самим оберігають дзеркало циліндра від задирів.

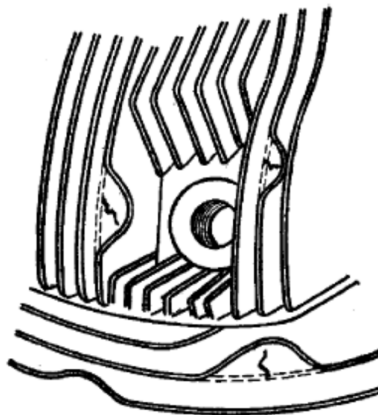
**2. Несправності деталей групи, їхні зовнішні ознаки, причини і наслідки: передчасний знос деталей групи, перегрів головок циліндрів, тріщини головок циліндрів, руйнування перемичок між канавками поршня і відгин верхнього бурту поршня, задир гільзи циліндра і поршня, порушення герметичності з'єднання випускних труб**

*Несправності деталей циліндро-поршневої групи, їхні ознаки, Усунення й попередження*

Всі несправності деталей ЦПГ можна розділити на две основні групи: I - зовнішні пошкодження циліндрів и порушення з'єднань різних деталей Із циліндрами; II - несправності поршнів, поршневих кілець и дзеркала циліндрів.

*I група несправностей*

1) *Тріщини й поломки охолодніх ребер головок циліндрів.* Причина – механічні пошкодження при технічному обслуговуванні або перегрів циліндрів. На ребрах допускаються тріщини глибиною більш  $3/4$  висоти ребра від его вершини. Несправність усувається шляхом вибірки металу на ділянці ребра Із тріщиною. Перехід від вибірки до контуру ребра винен бути плавним (мал. 12.4). Тріщини й поломки в одному місці допускаються НЕ более чем на п'ятиох суміжніх ребрах. Порушення цієї умови приводить до місцевого перегріву головки через зменшення поверхні охолодження в результаті вибірки металу при усуненні несправності.



Вдавленная ділянок пошкодження ребер головки циліндра

Якщо вибірки розташовані в різних місцях головки, їхня кількість допускається до 15. При цьому зменшення охолодної поверхні ребер не винного

перевищувати 1% від Загальної охолодної поверхні ребер головки циліндра (приблизно 125 см<sup>2</sup>). Зменшення охолодної поверхні підраховується як подвоєна площа вибірок.

При наявності тріщин або полумки ребер головки, що доходять до її тіла, тріщин мулу полумки силового ребра, тріщин у тілі головки й гільзи циліндр підлягає заміні. Для попередження несправності та патенти Дотримуватись обережності при технічному обслуговуванні двигуна (НЕ вдаряти по ребрах) и не допускати его перегріву.

2) *Тріщини в голівках циліндрів.* Смороду Звичайно починаються від гнізда Свічі й розвіаються убік сідел клапанів. Причина несправності - пороки лиття, більша нерівномірність нагрівання верхньої частин головки й недостатня жароміцність її матеріалу. Крім цих конструктивно-технологічних причин, появи тріщин головок циліндрів сприяє перегрів двигуна з будь-якої причини, перевантаження їх у результаті гідроудару, надмірне затягування свіч, Порушення технології по заміні свічкових втулок при ремонті циліндрів.

Тріщини в голівках циліндрів розвіаються Повільно й легко можуть бути виявлені при контролі стану циліндрів неозброєним оком. Наявність тріщин визначається Слідами прориву газів або підтікання мастила, шипінню при повертанні повітряного гвинта, трясці двигуна при его випробуванні. Для усунення причин, що сприяють утворення тріщин у голівках циліндрів, та патенти, НЕ допускати перегріву двигуна в польоті, зупинки его без попередня охолодження. Стежити за чистотою поверхні й схоронністю охолодних ребер головки, суворо дотримуватись правил постановки й зняття свіч запалювання, а також правила запуску двигуна.

3) *Лущення фарби на ребрах головок циліндрів внаслідок їхнього сильного перегріву.* При наявності слідів перегріву головки циліндр підлягає заміні. Заходу попередження - НЕ допускати перегріву двигуна.

4) *Хитання головки циліндра на гільзі.* Причина - гідроудар у циліндрі. Хитану головки можна визначити при енергійному погойдуванні ее руками. Звичайно воно супроводжується прориву газів через нарізне сполучення головки гільзою, у результаті чого в нижньому образі її силового ребра й на верхнім ребрі гільзи з'являється кіптява. При наявності цих ознак циліндр підлягає заміні.

5) *Теча мастила з-під фланців циліндрів.* Причина - втрата пружності гумових ущільнювальних кілець від дії на них гарячого мастила. Для усунення несправності та патенти зняти циліндр й замінити несправності ущільнювальних кілець.

6) *Обрив або витяжка шпильок кріплення циліндра до картера, шпильок кріплення склянок вихлопна колектора й кришок клапану коробок або пошкодження різьблення шпильок.* Причина - вигін шпильок, їхня перетяжка, перекис гайок при накрученні, недбалій догляд за різьбленням гайок и шпильок. Якщо різьблення шпильки під гайку має незначні пошкодження, її необхідно підправити леркою із застосуванням торцевого воротка, а при відсутності лерки зачистити шабером або напилком.

7) *Слабка посадка свічкових втулок, вивертання їх або пошкодження внутрішнього різьблення.*

Причина - надмірно сильне затягування свіч, особливо на гарячому двигуні, пригоряння різьблення свіч, вивертання свіч на гарячому двигуні. У всіх випадках для вивертання свічі потрібні значні зусилля, що може викликати деформацію або зріз стопорних штифтів втулки, деформацію корпусу свічі й різьблення втулки. Посадка втулки в головці циліндра слабшає, і втулка починає гойдатися або вивертатися разом зі свічею.

Заміна або докручуванню втулки зв'язані зі зняття циліндра, вимагають спеціального інструмента й пристосувань і повинні вироблятися в ремонтних майстернях.

Для попередження несправності та патенти строго дотримуватись вказівки, що визначаються порядок постановки й зняття свіч. Зокрема, заборонено встановлювати або вивертати свічі при температурі головок циліндрів вище 60°C.

8) *Порушення герметичності з'єднання впускних труб з головками циліндрів.* Несправність визначається по нальоті червоних кольорів на головці циліндра (сліди вибивання суміші при  $P_k > P_o$ ), по трясці двигуна й зворотних спалахів у карбюратор (при  $P_k < P_o$ ). Останнє порозумівається збіднінням суміші виникаючої в результаті підсмоктування повітря через нещільності з'єднання.

Причинами несправності можуть бути: ослаблення затягування гвинтів кріплення фланця, пошкодженню паронитьової прокладки під фланцем, Втрата пружності гумових ущільнювального кільця в результаті старіння гуми або від дії на неї мастила, бензину, гасу.

Несправність усувається підтяжкою гвинтів, заміною паронитьової прокладки або гумових ущільнювального кільця.

9) *Прорив газів у з'єднаннях фланців склянок Вихлопна колектора з головками циліндрів* у результаті прогару мідно-азбестових прокладок.

Причина - використання недоброякісних прокладок або жолоблення фланців патрубків.

Для Усунення несправності та патенти замінити прокладки або патрубки з пошкобленими фланці.

10) *Підтікання мастила Із з'єднання клапана коробок:*

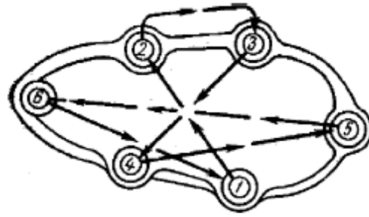
а) з-під накидних гайок кріплення кожухів тяг до штуцерів клапана коробок.

Причина - ослаблення затягування гайки.

Несправність усувається підтяжкою гайки;

б) по розніманню клапанної коробки та її кришки внаслідок пошкодженню паронитьової прокладки, недостатнього або нерівномірного затягування Гайок кріплення кришки, наявності рисок и забоїн на фланці клапанної коробки або кришки.

Для усунення несправності треба відпустити всі гайки кріплення кришки й знову підтягти їх рівномірно у два-три прийомів, дотримуючи порядку затягування, зазначеним на малій. 12.5. При затягуванні гайок підряд й в один прийом можливий жолоблення фланця кришки й з'явився на ньому тріщин.



### Послідовність затягування гайок кріплення кришки клапанної коробки

Якщо після цього теча мастила не припиняється, зняти кришку й замінити прокладку. Попередньо переконайся, що на фланці клапанної коробки кришки немає рисок и забоїн.

Забоїни й ризики звичайно виходять від введення викрутки в рознімання для зняття прилиплої кришки, а також від соскаблювання старої прокладки із фланця викрутки або сталевими шкребок. Для попередження з'явилися риск и забоїн прилипла кришку та патенти після відкручування Гайок «відстукати» ударами дерев'яного молотка по клапанній коробці, а потім легкими ударами цього молотка за кришці знизу на гору віджати її й зняти руками. Стару прокладку зскрібати із фланців алюмінієвим шкребком.

При наявності рисок або забоїн на фланці кришки її треба замінити. Якщо подібні пошкодження є на фланці клапанної коробки, треба замінити циліндр;

в) з-під ущільнень болтів важелів клапанів внаслідок недостатнього затягування Гайок або руйнування мастилоущільнюючих кілець болтів.

Несправність усувається підтяжкою гайки болта або заміною алюмінієвих мастилоущільнюючих кілець.

### *II група несправностей*

*1) передчасно зношування поршневих кілець, гільз циліндрів и поршнів.*

Причина - багаторазове перегрів двигуна, недостатнє змащення деталей ЦПГ, засмічення мастила механічними домішками.

Крім цього, причинами передчасно зношування деталей ЦПГ можуть з'явитися:

- експлуатація двигуна в умовах підвищеної запиленості Повітря без використання пилефільтра. Пил, потрапляючи на стінки циліндра й у мастило, стирає тертьові поверхні як абразив;

- підвищена витрати мастила. Нагар, що утвориться при згорянні мастила, попадає на дзеркало циліндра й погіршує умови тертим кілець про гільзу;

- надмірно великий зазор між поршнем и циліндром, у результаті чого збільшується сила удару поршня й поршневих кілець про циліндр при зміні напрямку дії бічної сили  $N$ ;

- підвищене зношування верхнього пасу гільзи циліндра й верхніх ущільнювальних поршневих кілець. Одна із причин зношування - підвищений Тиск кілець на гільзу на цій ділянці й гірші умови змащення.

Основні ознака підвищеного зношування поршневих кілець и циліндрів:

- З'явилася білого диму при вихлопі, що вказує на інтенсивне надходження мастила в камери згорання циліндрів;

- тряска двигуна через відмову свіч внаслідок їх замастилювання;

- підвищена витрати мастила, якщо кільця й дзеркала зношені одночасно в декількох циліндрах;
- викидання мастила через систему суфлювання внаслідок інтенсивного прориву газів у картер и підвищення в ньому тиску;
- Падіння компресії в циліндрах нижчих 3 кгс / см<sup>2</sup>.

Для усунення несправності замінюється деталь або весь вузол. Циліндр підлягає заміні, якщо на его дзеркалі є глибокі ризки або зношування, що перевищує 0,1 мм.

Заходами попередження несправності є строге дотримання викладення вище правил технічного обслуговування двигуна й вказівок посібника з літної експлуатації літака.

2) *Пригоряння поршневих кілець* відбувається у випадка, коли кільця позбавлені рухливості в канавках поршня.

Основні причини наступні:

- робота двигуна зі значний зношеними поршковими кільцями й гільзами циліндрів. Мастило, що рясно надходить у камеру згоряння, утворить велику Кількість нагару й смол, Які заповнюють зазори між кільцями й поршнем и заклинюють кільця в канавках;
- задирака поршня, у п підсумку чого відбувається «наволакивання» металу поршня на крайки канавок. Кільця защемляються цім металом у канавках в утоплення положенні й втрачають рухливості;
- робота двигуна на забруднення мастилi, у результат чого зазори між кільцями й поршнем Заповнюють механічними домішками й кільця також втрачають рухливості;
- Занадто малі зазори между кільцями й поршнем по висоті, легко заповнювані нагаром и смолами від згоряння мастила.

Пригоряння поршневих кілець погіршує прилягання їх до гільзи циліндра на окремий ділянках, приводить до місцевих проривів газів й, як наслідок, - до перегріву й прогару поршня.

Зовнішні ознака несправності, усунення її й заходу попередження - ті ж, що й у випадка передчасно зношування деталей циліндро-поршнєвої групи. Крім того, для попередження пригоряння поршневих кілець потрібно приділяти особливо увагу підбору поршневих кілець до поршня й циліндра.

3) *задир поршня, поршневих кілець и гільзи циліндра* відбувається в результат тривалого перегріву мастила, головок циліндрів, при роботі на забруднення мастилi або недостатнім надходженні мастила на стінки циліндрів. Крім того, задираки може бути наслідком надмірно малого зазору між поршнем и гільзою. У результат цього при нагріванні поршень стікається зі стінками гільзи, що приводить спочатку до задиру, а потім и до заклинювання поршня.

Ознака задирака деталей ЦПГ є: тряска двигуна,

Падіння потужності, викидання мастила з системи суфлювання, Підвищення температури мастила й головок циліндрів, наявність алюмінієвої стружки в мастилi (на фільтрі МФМ-25 и на фільтрі мастиловідстійника).



4) *Руйнування поршня у верхнього буртом в місці виїмок під клапани.* Несправність найчастіше виникає в нижніх циліндрах (№ 4, 5 й 6).

Причина несправності полягає в наступному. При непрацюючий двигуні мастило, проходячи через зазор кілець у стику, має можливість заповнити всі канавки поршнів нижніх циліндрів (включаючи й першу). Якщо поршень у якому-небудь із цих циліндрів вилучений від в. м. т., то при запуску двигуна без попередня провертання гвинт вручну в порожнині між дерло кільцем и бурти поршня при підході его до ст. м. т. (у зону деформаційного звуження гільзи) різко росте тиск мастила.

Гідравлічні навантаження на борт можуть бути настільки великі, що він відгинається убік днища поршня. Відгин буртом приводить до порушення нормальних умов роботи першого кільця и его руйнування. Уламки кільця надалі руйнують верхній борт поршня. Потрапивши в камеру згоряння, уламки кільця й буртом ушкоджують свічі, що приводить до перебоїв у роботі двигуна.

Чим нижчих в'язкість мастила (чим нижчих его температура), тим більший тиск створюється між поршневі кільцем и бурти поршня, тим більш сприятливі умови для виникнення цієї несправності.

Для попередження несправності та патенти строго дотримуватись вказівки по підігріві циліндрів двигуна в холодну пору року й провертання Гвинт вручну перед запуском.

Другою причиною несправності є недостатня міцність верхнього буртом поршня.

З метою підвищення надійності роботи ЦПГ із жовтня 1968 р. завод випускає поршні зі стовщенням на 2 мм верхнім бурти. Для підвищення міцності верхнього ущільнювального кільця в циліндрах № 4, 5 й 6 воно замінено на сталеве.

Крім перерахованого вище несправностей деталей ЦПГ мають місце випадки руйнування замкових кілець поршневого пальця. Причина їхнього руйнування має технологічний характер.

**Гідроудар (гідравлічний удар) у двигуні відбувається при різкому посиленні тиску в одному або декількох циліндрах ДВС. Причиною посилення тиску з наступним гідроударом є стороння рідина в просторі над поршнем, в камері згоряння. У справному моторі в камері згоряння знаходиться лише газоподібна паливно-повітряна суміш, яка стискається поршнем на такті стиснення, коли клапани закриті. При попаданні рідини в надпоршневий простір в камері згоряння рідина починає стискатися поршнем при закритих клапанах і стає дуже щільною. Тому поршень просто впирається в рідинну «пробку» і зупиняється, тому що рідини нема куди подітися. При цьому на поршень знизу тисне шатун, який також тисне коленвал. В результаті виникає «гідроударна» ситуація, яка може призвести до зупинки двигуна та його серйозної поломки.**

**Несправності деталей шатунного механізму, їхньої причини й заходь попередження**

Несправності шатунного механізму в умовах експлуатації не усуваються. При виявленні будь-якої несправності двигун підлягає зняттю з літака й відправленню в ремонт.

Основними несправностей шатунного механізму, що виникають у процесі експлуатації двигуна, є:

*1) Руйнування шару свинцевої бронзи на втулці кривошипної головки головного шатуна.*

Причина несправності - недостатнє змащення втулки, надходження до неї забруднення олії, механічне перевантаження втулки.

Визначається несправність по наявності бронзової стружки на фільтрі мастиловідстійника й на фільтрі МФМ-25.

Для попередження несправності та патенти:

- строго дотримуватись температурного режимів двигуна, правила розрідження мастила бензином и догляд за мастилосистемою двигуна, особливо при експлуатації его в зимовий час й у жарких кліматичних умовах;

- запускати двигун на оберт 700-800 у хвилини. Відразу після запуску двигуна не маніпулювати важеля керування гвинт, щоб не зменшувати подачу мастила на втулку через надходження его в механізм гвинт;

- стежити за тім, щоб через 10-15 сек послу запуску двигуна тиск мастила було не менше 3 кгс / см<sup>2</sup>. Якщо тиск мастила буде менше, двигун зупинити й удруге запускати тільки після встановлення причини й усунення несправностей;

- випробування двигуна робити тільки після прогріву его до температури мастила на вході в мастилонасосів НЕ нижчих 50 ° С і температури головок циліндрів НЕ нижчих 120 ° С;

- Дотримуватись правил, що виключають можливість Виникнення гідравлічного удару й детонації. У результаті гідравлічного удару й детонації куля свинцевої бронзи на втулці під дією високих ударних навантажень деформується. На робочій поверхні втулки з'являються волосоподібні тріщини, які при подальшій експлуатації двигуна приводять до повного руйнування бронзового шару;

- НЕ допускати тривалої роботи двигуна на злітному режимі. На цьому режимі великі ударні тиски на робочій поверхню втулки. У результаті тертя між втулки й шатуни. Шийка колінчатого вала збільшується, куля свинцевої бронзи й при тривалій роботі руйнується. Особливо Згубна тривала робота на злітному режимі в перші години експлуатації двигуна після випуску його з заводу або після ремонту, коли ще не закінчився процес приробляння тертьових поверхонь. При цьому відбувається місцеве перевантаження робочої поверхні втулки й руйнування шару свинцевої бронзи, спочатку місцеве, а потім загальне.

*2) вигін або обрив причіпних шатунів у четвертому, п'ятому або шостому циліндрах*

Причиною несправності звичайно є гідравлічний удар. Причіпні шатуни руйнуються, як правило, у місці переходу від головки до стрижня, тому что в цьому перетині виникає концентрація напруги від розтяжних зусиль.

*3) Руйнування кривошипної головки головного шатуна*

Причини руйнування головки:

- використання шатунів, у яких раніше була зруйнована куля свинцюватої бронзи на втулці кривошипної головки й оголена сталева поверхня втулки;
- Утворення наклепу на внутрішній поверхні розточення кривошипної головки під втулку внаслідок пружної деформації втулки під дією навантаження;
- Слабка посадка втулки в головці шатуна.

Щоб попередити руйнування головного шатунів, у процесі ремонту двигунів проводять наступні заходи:

- бракують шатуни, у яких оголене більше 25% сталеві поверхні втулки через руйнування шару свинцевої бронзи;
- При заміні втулок повністю видаляють сліди наклепу на поверхні розточення кривошипної головки шатуна;
- Поверхня головки під втулку хромують до товщина шару НЕ більше 0,1 мм;
- При віддаленні втулок їх НЕ випресовують, а розточують або розріджують по утворюючій.

### **Несправності колінчатого вала**

Типові дефектами колінчатого вала є поверхневі тріщини на шатунній шийці й наклеп на поверхнях пальців протіваг, їхніх втулок и втулок щік вала.

Дефекти виявляються при ремонті на ремонтних підприємствах.

Если смороду перебувають у межах установлених для ремонту валу допусків, то усуваються вібіркою матеріалу шийки із тріщиною й віддаленням наклепу з пальців и втулок.

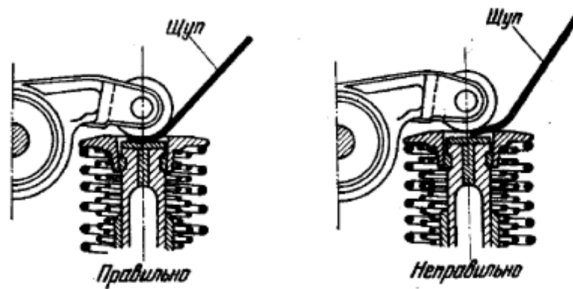
В умовах експлуатації досить рідко, но все-таки мають місце випадки руйнування шатунної шийки вала й верхньої частини його задньої щокі (вущка).

### **Технічне обслуговування механізму газорозподілу**

*Періодичне технічне обслуговування* механізму газорозподілу виробляється відповідно до технологічного регламенту й полягає в перевірці:

- а) стану деталей и з'єднань, доступних для зовнішнього огляду;
- б) герметичності клапанів по величині компресії в циліндрах двигуна й на слух;
- в) зазорів между роликами важелів и штоками клапанів и регулюванні їх;
- г) наявності смолисті відкладень на голівках клапанів впуску й у віддаленні їх.

Падіння компресії нижчих 3 кгс /см<sup>2</sup> указує на наявність значного обгорання клапана й на необхідність зняття циліндра. Варто враховувати, что незначна обгорання клапана не віклікає помітного падіння компресії. Тому необхідно паралельно з перевіркою компресії перевіряти герметичність клапанів на слух: немає чи «шіпіння» у впускній трубі при провертанні гвинт. У випадка самого незначна пропуску Повітря клапанами циліндр підлягає Зняттю.



*Промір зазору между роликом важеля й штоком клапана*

Перевірка зазорів между роликами важелів и штоками клапанів виробляється на двігуні, что охолонув до температури зовнішнього повітря. Величина зазорів при цьому винна бути 0,5 мм для всіх циліндрів.

Перед перевіркою зазорів та патенти на всех циліндрах зняти кришки клапана коробок и для полегшення провертання колінчатого вала вивернуті всі передні свічі. Почінаті перевірку й регулювання зазорів краще із циліндра № 1 і делать неї у всех циліндрах послідовно: 1-3-5-7-9-2-4-6-8 на обох клапанах одночасно.

Для цього необхідно:

а) провертаючи колінчатий вал по ходу, простежиті, щоб клапани циліндра № 1 повністю сіли на сідла (рух важеля й тарілки клапана припин, ролики важелів при натисканні на них з боку регулювальна гвинт вільно обертаються від руки); При перевірці й регулюванні зазорів установлювати поршень у положення ВМТ не обов'язково. Він может перебувати в будь-якому проміжному положенні такту стіску або розширення, при якому обидвоє клапани повністю закриті.

б) натискаючи на переднє плечі важеля, зціпити пружину штовхач й у зазор, что утворівся между роликом важеля й штоком клапана, відвести щуп товщина 0,5 мм. Щуп уводиті так, щоб він не торкався тарілки клапана.

Якщо щуп не входить у зазор або, навпаки, входить вільно, відрегулюваті величину зазору. Для цього треба послабіті затіскної гвинт регулювальна гвинт важеля клапана й, повертаючи регулювальна гвинт викрутки в необхідну сторону, установити зазор 0,5 мм.

Для зменшення зазору гвинт повертаються по ходу годинної стрілки, а для збільшення - проти ходу годинної стрілки. Перед затягуванням затісного гвинта необхідно перевіріті положення регулювального гвинта по ризкам на его торці й по велічині вихід его з важеля. Ризки не повинні збігатися із прорізом важеля, а величина вихід гвинт з важеля винна бути в межах 0-5мм.

Причиною утопанія регулювальна гвинта є зношування деталей механізму газорозподілу; причиною надмірного виході - подовжений клапана або осідання его в сідлі.

Коли клапан закритий, зазор между тарілкою й важеля повинен бути не менш 0,8 мм. Если зазор менше 0,8 мм, то важіль при відкритті клапана буде натискаті на тарілку, что приведе до ослаблення посадки замку, віпаданню сухариків и до провалювання клапана в циліндр.

### **Несправності деталей механізму газорозподілу, їхньої причини, усунення й попередження**

Основною несправністю механізму газорозподілу є *обгорання й обрив грибка клапана випуску*.

Причина обгорання клапанів випуску - місцеве порушення щільності посадки клапана на сідло внаслідок:

- влучення на фаску сідла або клапана часток твердого нагару або часток металу, що відпалі від поршневих кілець;

- значний жолоблення сідла й головки клапана при перегріві їх у результаті тривалої роботи двигуна на форсованих режимах;

- розтріскування кулі твердого сплаву, навареного на фаску клапана, місцевих руйнування його під дією газової корозії, виплавлення в результаті перегріву клапана.

У всіх цих випадка через що утворилися нещільності прориваються гарячі гази під більшим лещатах. Сморгі віклікає місцевий перегрів клапана, виплавлення сусідніх ділянок и швидке їхнє розширення. Це ще більше збільшує перегрів и жолоблення клапана, приводить до прориву газів у нових місцях. У результаті клапан губить механічну міцність й обривається по шийці.

Причиною обгорання клапана випуску может бути такожє использование бензінів з надмірно більшим змістом етілової рідини. У цьому випадка в продуктах згоряння втримується значний кількість окислу свинцю. Стікаючи із розпеченим клапаном, окис свинцю активно вступає в хімічну реакцію з металом, що супроводжується додатковий віділенням тепла й перегрівом клапана. Це у свою чергу приводить до більше швидкого обгорання клапана й до більше інтенсивного виплавлення металу в місцях обгорання. Крім того, надлишок етілової рідини в бензіні збільшує утворення нагару на головці й шийку клапана. Це сприяє їхньому перегріву й збільшує можливість вчення нагару на фаски сідла й клапана.

Обгорання клапана випуску візначається по трясці двигуна на всіх режимах его роботи й по характерному свісті у випускний колекторі на режимі малого газу. При технічному обслуговуванні обгорання клапана, візначається по величині компресії в циліндрі й на по «шіпінню» у вихлопному колекторі при повертанні колінчатого вала.

Для запобігання клапанів випуску від обгорання нельзя допускати роботу двигуна з перегрівом головок циліндрів и на бензинах з надлишком етілової рідини.

До несправностей деталей механізму газорозподілу, які такожє зустрічаються в експлуатації, ставлять:

*1) Підтікання мастила через ущільнення осьових болтів важелів клапанів.*

Причина - недостатнє затягування гайки болта або руйнування мастилоуплотнітельних кілець. Для усунення течі та патенти підтягті гайку болта. Якщо після цього підтікання мастила не припиняється, замініті мастилоущільнюючі кільця.

*2) Підтікання мастила через накідні гайки кріплення кожухів тяг до штуцерів головок циліндрів.*

Несправність усувається підтяжкою гайок и змазуванням їхнього різьблення змазкою ВІАМ-2 перед накрученні.

3) Підтікання мастила з-під фланців напрямних штовхачів внаслідок ослаблення затягування гайок кріплення або руйнування прокладок. Несправність усувається підтяжкою гайок або заміною прокладки.

4) Зношування напрямних клапанів и наволакивання бронзи на штоках клапанів. Зношування напрямних візначається по трясці двигуна внаслідок замастиливання електродів свіч у циліндрі зі зношенімі напрямних при роботі на Рк нижчих Р<sub>о</sub>. Мастило попадає в циліндр із клапанної коробки во время такту впуску, коли тиск у коробці вище, чем у циліндрі.

Вчення мастила в циліндр и тряска двигуна через замастиливання електроди свіч можуть відбутися в результаті зношування поршневих кілець або Порушення ущільнення валика крільчаткі нагнітача.

### **Несправності нагнітача, їхнє визначення, Усунення й попередження**

До числа найбільш характерних несправностей нагнітача, що зустрічаються в процесі експлуатації двигуна, ставлять:

- Порушення герметичності з'єднання впускних труб з корпусом нагнітача;
- текти мастила з-під фланця осі подвійної шестірні;
- Вчення мастила в порожніну нагнітача;
- деформація дифузор й крільчаткі.

Перші дві несправності усуваються в експлуатаційних умовах, две останні вімагають зняття двигуна із ВР и Відправлення его в ремонт.

### *Основні правила технічного обслуговування й експлуатації деталей ЦПГ*

Для забезпечення тривалої й надійної роботи деталей ЦПГ та патенти строго дотримуватись правила технічного обслуговування й експлуатації, установлені регламентом и технологією технічного обслуговування, а також інструкціями з технічної й літної експлуатації двигуна.

Ціправила забезпечують:

- надійну роботу всех з'єднань и деталей ЦПГ, доступних для зовнішнього огляду;
- періодічну перевірку стану деталей ЦПГ, недоступних для зовнішнього огляду;
- запобігання непріпустімо високих механічних навантаженості на деталі ЦПГ, здатно віклікаті їхнє руйнування;
- нормальний режим змащення, что віключає підвищене зношування й задирака тертьових поверхонь деталей;
- температурні режими двигуна, при якіх ЦПГ мають припустимі робочі температури.

1) *Надійна робота всех з'єднань и деталей ЦПГ, Доступних для зовнішнього огляду, забезпечується їхньою періодічною перевіркою й своєчаснім усунення виявлення несправностей.*

Огляду піддаються:

- головки циліндрів - на відсутність тріщин и поломок ребер, перегріву головок, прориву газів через нарізне сполучення головки з гільзою. Перегрів головки візначається по наявності міхурів, тріщин, відшаровування й луцення

фарби на ребрах, а прорив газів - по наявності відкладень кіптяві на верхнім ребрі гільзи й на силовому ребрі головки;

- з'єднання впускних труб з головками циліндрів - на надійність дротової контровки гвинтів кріплення фланців труб и на герметичність з'єднання. Порушення герметичності визначається по нальоті червоних кольорів, що утвориться на з'єднанні від вібивання суміші при роботі двигуна з наддуванням, що перевищує атмосферний тиск;

- з'єднання вихлопна патрубків з головками циліндрів - на відсутність прогару мідно-азбестових прокладок. Прогар прокладки визначається по її стану й обгорання фарби на прилягаючій до випускного патрубка поверхнях головки циліндра;

- з'єднання кожухів тяг з головками циліндрів - на надійність дротової контровки гайок кріплення кожухів и на герметичність з'єднання. Герметичність з'єднання визначається по відсутності слідів підтікання мастила на кожусі;

- дефлектори - на надійність їхнього кріплення (перевіряється погойдуванням дефлектора рукою), наявність зазору между дефлекторами й ребрами циліндрів (2-3 мм) відсутність тріщин дефлекторів;

- клапанні коробки, кришки коробок й їхнього з'єднання - на відсутність тріщин крішок, течі мастила з-під них, а також з-під гайок и головок болтів важелів клапанів;

- контргайки кріплення циліндрів до картера - наявність їх и затягування на шпильках;

- з'єднання циліндрів з картером - на відсутність підтікання мастила з-під фланців циліндрів у результаті втрата пружності гумових ущільнювальних кілець від дії на них гарячого мастила.

2) *Періодична перевірка стану деталей ЦПГ*, Недоступних для зовнішнього Огляду (поршнів, поршневих кілець, дзеркала гільз циліндрів), проводиться тільки по непрямому показнику, яким є величина компресії в циліндрах.

Компресія перевіряється з допомогою манометра через кожні 100 ч роботи двигуна. Для цього із всіх циліндрів вівертаються передні свічі й у свічковій отвір циліндра, що перевіряє, встановлюється пристосування з манометром. Повітряний гвинт провертається по ходу до качана такту стіску в цьому циліндрі, после чого гвинт провертається спочатку на 20-30 ° проти ходу, а потім різким рухом - по ходу до подолання компресії. Найбільше відхилення стрілки манометра показує величину компресії. Нормальної вважається компресія не менше 3 кгс / див2.

Величина компресії є досить умовно показує стан деталей ЦПГ. Даже при значному зношуванні гільзи циліндра, зношуванні й втраті пружності поршневих кілець и при підвищеному внаслідок цього вітраті мастила компресія зменшується незначна й, як правило, не виходє за межі мінімальної припустимої величини. Тільки при дуже сильному зношуванні поршневих кілець, що супроводжується неприпустімо більшою витратою мастила, коли двигун не может працювати нормально через замастиливання свічі, величина компресії падає нижчих 3 кгс / див2. Звичайно ж падіння компресії найчастіше є наслідком нещільного прилягання клапанів до сідел.

Про стан поршневих кілець, поршнів і гільз циліндрів можна судити також по деяких характерних зовнішніх ознаках роботи двигуна. До їхнього числа входять:

- підвищена витрата мастила (більше 8-10 л / ч) внаслідок пропуску його в камеру згоряння поршневими кільцями декількох циліндрів одночасно. Несправність супроводжується тряска двигуна через замастилювання свічі;

- тряска двигуна через замастилювання свічі в одному або двох циліндрах внаслідок пропуску мастила поршневими кільцями. Витрати мастила при цьому звичайно не виходять з меж норми (5-6 л / ч).

В обох випадках варто попередньо переконатися в тому, що мастило не попадає в циліндри через напрямні клапанів або ущільнення нагнітача.

- з'явлення на фільтрі бліскіток або стружки білих кольорів. Наявність їх звичайно свідчить про початок задираки поршнів:

- викид мастила через систему суфлювання (при нормальному заправленні мастилобака й нормальній температурі мастила) і підтікання його через рознімання картера. Несправність указує на підвищений тиск у картері внаслідок інтенсивного прориву в нього газів через поршневий кінець.

3) *Непріпустимо високі механічні навантаження на деталі ЦПГ, здатні викликати їх руйнування, запобігають при суворому виконанні правил, що мають метою:*

- усунути можливість гідравлічного удару в циліндрах двигуна;
- обмежити годину роботи двигуна на злітному режимі й при чіслі обертів і тиску наддування, що перевищують максимально припустимі значення;
- виключити можливість роботи двигуна з детонацією.

Гідроудар звичайно відбувається при запуску двигуна після тривалої стоянки в результаті скупчення мастила й бензину в нижніх циліндрах (четвертому, п'ятому й шостому). Мастило проникає в циліндр через зазори поршневих кілець. Бензин попадає через впускні труби у випадку перезалівання двигуна або негерметичності голчастого клапана карбюратора при несправностях комбінованому клапані.

Неякісне розконсервування двигуна також може привести до гідроудару.

Гідроудар можна визначити по різкій (на мить) зупинці гвинта в момент запуску після чого двигун продовжує нормально працювати. Наслідком гідроудару є руйнування шатуну, головки циліндра й, отже, відмова двигуна.

Шатун руйнується звичайно не відразу після гідроудару. Спочатку він згинається. Обрив може відбутися даже через кілька десятків годин після гідроудару. Погнутий шатун виламає нижню частину спідниць циліндра, у якому він установлений, й в сусіднього з ним циліндра, шматочки яких попадають у мастильний відстійник.

Щоб запобігти гідроудару, необхідно, повертаючи колінчатий вал вручну при відключеному запалюванні во время підготовки двигуна до запуску, видалити з камер згоряння циліндрів рідина або переконатися в її відсутності.

Если двигун не запускався більше 10 днів й в усіх випадках, коли для повертання гвинта потрібне велике зусилля, та патенти, вивернуті передні свічі четвертого, п'ятого й шостого циліндрів, пробки зливальних отворів впускних



труб четвертого й п'ятого циліндрів; повернути гвинт на п'ять - вісім повну обертів, дати стекті рідини Із циліндрів и впускних труб, повернути гвинт ще на шість - вісім обертів й установити свічі.

Перед запуском двигуна варто провертати гвинт не менш чим на п'ять-шість обертів улітку й не менш чим на десять обертів узімку. Если для провертання гвинт потрібні більші зусилля, та патенти, вивернуті передні свічі четвертого, п'ятого й шостого циліндрів и дати стекті рідини з циліндрах.

Перед запуском двигуна после короткочасної стоянки літака та патенти повернути гвинт на два - три оберти. Необходимо провертати гвинт на тричотири оберти и перед шкірних нову спроба запусіті двигун після невдалого запуску.

Гідроудар у момент запуску двигуна может відбутіся й від перезалівання бензином нижніх циліндрів.

Причини перезалівання:

- інтенсивне користування насосом приємистісти або холодцем шприцом для підтримки усталеної роботи двигуна відразу после запуску. Для віключення перезалівання не дозволяється інтенсивно користуватись насосом приємистісти. Варто робити не більш чим два - три повних плавно похитування поршнем насоса приємистісти (сектором газу). Втома робота двигуна повинна підтримуватіся плавно хітавіцями заливного шприца;

- підсмоктування бензину в нагнітач через відкритий заливний шприц при работе двигуна на малому газі.

Для віключення цього необходимо відразу после качана усталеної роботи двигуна шприц закрити.

- переповнення нагнітача бензином у результате негерметічності або заїдання голчастого клапана карбюратора у відкритому положенні. Для віключення цього при підготовці до запуску та патенти создать ручним насосом паливної системи тиск бензину перед карбюратором 0,3-0,4 кгс / див2, закрити кран паливної системи й перекопатіся у відсутності падіння тиску бензину й течі его з комбінованого клапана нагнітача.

Наявність течі бензину з комбінованого клапана й падіння тиску бензину вказують на негерметічність або заїдання голчастого клапана карбюратора у відкритому положенні. У цьому випадка підготовку до запуску двигуна варто припинити, тому что запуск з цією несправністю может привести до гідроудару.

Если перед запуском двигуна нагнітач перезалитій, то бензин может скопітіся у впускній трубі четвертого циліндра даже тоді, коли відкритий клапан впуску. При запуску двигуна бензин, что скопівся, переноситіся потоком суміші в циліндр и может привести до гідроудару. Щоб запобігти цьому, у всіх випадках перезалівання двигуна вивернуті злівальну пробку Із впускної труби четвертого циліндра й злить з неї бензин; після постановки пробки на місце повернути гвинт на п'ять-шість обертів.

Непріпустімо високі навантаження вінікають и при работе двигуна на форсованіх режимах. З метою обмежити годину роботи на цих режимах забороняється:

- користуватись злітнім режимом безупинної більше 5 хв у польоті й 5 сек при пробі двигуна на землі;
- допускати тиск наддування на злітному режимі вище 1 050 мм рт. ст. ;
- перевіщувати максимально пріпустіме число обертів двигуна 2350 у хвилини більш чем на 30 сек.

Щоб віклучіті можливість роботи двигуна з детонацією, правилами експлуатації двигуна передбачається:

- использование только встановлення для двигуна сортів бензину;
- обмеження максимально пріпустімої температури головок циліндрів у польоті.

-Застосування упорскування води при експлуатації двигуна в условиях жаркого клімату.

4) *Нормальний режим змащення*, що виключає підвищене зношування й задирака тертьових поверхонь деталей ЦПГ, забезпечується виконання наступних правил:

а) Використання только встановлення сортів мастил.

б) при температурах зовнішнього повітря нижчих  $0^{\circ}\text{C}$  мастило повинності бути підігріте перед заправлені у бак до  $75-85^{\circ}\text{C}$  або в баці до  $15^{\circ}\text{C}$ . Якщо температура зовнішнього повітря нижчих  $-5^{\circ}\text{C}$ , мастило розріджують бензином перед віміканням двигуна после польоти .

Запуск двигуна з холодним нерозрідженім мастилом приводити до недостатнього надходження мастила на робочі поверхні гільз циліндрів й, як наслідок, до підвищеного зношування поршневих кілець, поршнів и самих гільз;

в) при підігріві двигуна взимку перед запуском не можна допускати перегріву циліндрів, тому что це приводити до набрякання мастила зі стінок гільз и до сухого тертого поршневих кілець и поршнів про гільзи в перший момент запуску двигуна. Чи не можна також допускати кількарязового підігріву двигуна без следующего запуску, тому что при цьом мастило поступово стікає зі стінок циліндра;

г) если двигун не запускався довгий час, та патенти, Попередньо змазати тертьові поверхні деталей ЦПГ. Для цього вівертають передні свічі й шприцом зі сферична розприскувачем відводять у кожен циліндр 30-50 м мастила, нагрітого до  $75-85^{\circ}$ .

Попередньо змазують:

- всі циліндри, если двигун не запускався более семи доби. У цьом випадка после зашпріцювання мастила та патенти провернути гвинт не менш чим на 30 повних обертів;

- Циліндри № 1, 2 й 9, если двигун не запускався более 24 ч. У цьом випадка после зашпріцювання мастила гвинт необходимо провернути не менш чим на десять обертів.

Попереднє змащення поліпшує умови тертим поршнів и поршневих кілець про гільзи циліндрів у момент запуску й у перші хвилини роботи двигуна после запуску, коли на тертьові поверхні надходить недостатня кількість мастила;

д) при запуску будь-якім способом не можна перезаливати двигун бензином. Велика кількість бензину, что попал у циліндри, особливо у верхні, зміває

мастило зі стінок гільз, що приведе до сухого тертого й до інтенсивному зношуванню циліндрів, поршнів, поршневі колії, а також до їх задиру;

е) після трьох-чотирьох невдалих спроба запуску двигун та патенти зашпріцювати по 40-50 м гарячого мастила в кожен циліндр;

ж) якщо після запуску тиск мастила буде менше 2 кгс / див<sup>2</sup>, то двигун та патенти зупинити, тому що в цьому випадку на всі тертьові деталі двигуна, у тому числі й на стінки циліндрів, мастило надходить у недостатній кількості;

з) як тільки тиск мастила після запуску двигуна підвищиться до 4-5 кгс / див<sup>2</sup>, та патенти, витримати течення 2-3 хв режим 800 про / хв, після цього поступово збільшувати число обертів до 1300-1500 у хвилини й на цих обертах вести прогрів. Робота двигуна більш ніж на 1500 про / хв до повного його прогріву (температура мастила 50 ° С і головок циліндрів 120 ° С) не допускається, тому що це може привести до задиру поршневих кілець і гільз циліндрів внаслідок недостатнього змащення;

і) при роботі двигуна на землі й у польоті НЕ допускати його перегріву, тобто підвищення температури мастила й головок циліндрів вище максимально припустимої. Перегріте мастило губити в'язкість й властивості, що змазують, що приведе до сильного зношування й задиру деталей ЦПГ;

к) нельзя зупиняти двигун дотт, поки він не буде охолоджене до температури головок циліндрів 140-160 ° С. При зупинці гарячого двигуна мастило стікає зі стінок гільз циліндрів, що приводить до сухого тертого кілець і поршнів про гільзи при наступному запуску двигуна;

л) та патенти регулярно провертати рукоятку фільтра МФМ-25 й промивати його для видалення бруду з фільтруючого елемента. Засмічення фільтра приводить до того, що у двигун починає надходити брудно нефільтроване мастило, це приводить до швидкого зношування деталей ЦПГ

5) нормальний температурний режим деталей ЦПГ забезпечується дотримання наведення вище правил, що виключають роботу двигуна з детонацією, перегрівом мастила й обмежуючу тривалість його роботи на форсованих режимах.

На охолодження двигуна сильно впливає стан поверхонь охолодних ребер циліндрів. Наявність на них мастила, пилу й бруду погіршує охолодження циліндра. Тому їх необхідно систематично очищати й промивати гасом.

Варто пам'ятати, що перегрів циліндрів і перегрів мастила тісно взаємозалежні. Одне неминує спричиняє інше.