

**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 № 4 – Нагнітач**

**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, основні елементи, принцип роботи нагнітача;
2. Матеріали виготовлення. Конструкція крильчатки і її приводи. Ущільнення валика крильчатки нагнітача. Призначення, устрій і робота комбінованого клапана нагнітача. Характерні несправності нагнітача, їхні зовнішні ознаки, причини, наслідки і заходи попередження.

### **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, основні елементи, принцип роботи нагнітача**

Потужність двигуна залежить від кількості палива, що згорає в його циліндрах в одиницю часу. Щоб спалити більше палива, необхідно подати більше повітря. Збільшення подачі повітря в циліндри досягається за допомогою нагнітача, розташованого на двигуні.

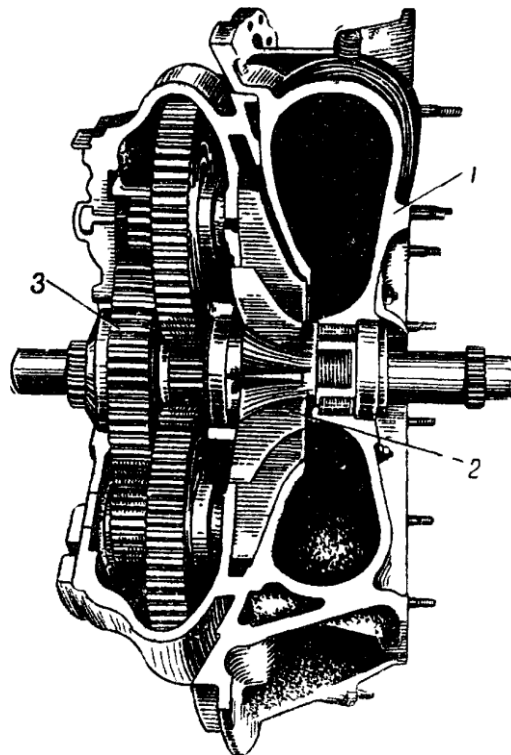


Рис. 10. Авіаційний нагнітач:

1 - корпус нагнітача; 2 - робоче колесо; 3 - механізм передачі

Нагнітач (рис. 10) складається з корпусу 1, робочого колеса 2 і механізму передачі. Корпус відлитий зі сплаву алюмінію; всередині нього поміщається робоче колесо (крільчатка), що є основною робочою частиною нагнітача. Робоче колесо обертається з великою швидкістю 20 000-30 000 об / хв і повідомляє струмені повітря швидкісну (кінетичну) енергію. Швидкісна енергія використовується в нагнітачі для стиснення повітря. Таким чином, повітря до надходження в циліндри штучно стискується, в результаті чого підвищується його щільність. Сучасні авіаційні нагнітачі підвищують тиск повітря в 2-3 рази і більше по відношенню до навколишнього тиску.

Механізм передачі до нагнітача пускає в хід робоче колесо і збільшує число його оборотів в порівнянні з числом обертів колінчастого вала. У значної частини двигунів нагнітач приводиться в обертання від колінчастого вала за допомогою ряду шестерень. Такий привід називається механічним приводом. В даний час в якості приводу нагнітача застосовується також газова турбіна. Остання приводиться в дію газами, що виходять з циліндрів двигуна.

#### **4.2 Матеріали виготовлення. Конструкція крільчатки и ее приводъ. Ущільнення валика крільчатки нагнітача. Призначення, устрій и робота комбінованого клапана нагнітача. Характерні несправності нагнітача, їхні Зовнішні ознака, причини, Наслідки и західь попередження**

З підйомом на висоту щільність навколишнього повітря зменшується, що призводить до зниження маси повітря, що надходить в циліндри, і відповідно до зниження потужності двигуна при його роботі на незмінній частоті обертання і постійному положенні дросельних заслінок карбюратора.

Для підвищення потужності двигуна до заданої величини у землі і збереження номінальної потужності до розрахункової висоти на двигуні М-14П встановлений нагнітач відцентрового типу з механічним невиключаючимся одношвидкісним приводом.

Крім збільшення потужності нагнітач сприяє гарному сумішоутворенню і більш рівномірному розподілу паливо-повітряної суміші по циліндрах двигуна, що особливо важливо при запуску двигуна.

При роботі двигуна робоча суміш з карбюратора всмоктується в порожнину нагнітача через овальний отвір в нижньому припливі смесесборніка, потім надходить на лопатки крильчатки і під дією відцентрових сил з великою швидкістю протікає по каналах, утвореним лопатками крильчатки і стінкою смесесборніка, від центру до периферії і далі до дифузора.

### **КОНСТРУКЦІЯ**

Нагнетатель складається з смесесборніка (І) (рис. 2), дифузора (24), крильчатки (5), приводу з муфтою (29) нагнітача і деталей ущільнення.

### **СУМІШОЗБІРНИК**

Смесесборнік нагнітача (рис. 3), відлитий з алюмінієвого сплаву, кріпиться до задньої частини середнього картера шпильками, укрученими в картер. У смесесборніке виконана лита порожнину (колектор впускання з виходом назовні дев'яти рівнорасположених каналів-патрубок) з проточками для гумових ущільнювачів кілець і різьбленням для гайок ущільнення впускних труб.

На восьми припливах, що утворюють патрубки, виконані бобишки з отворами для болтів кріплення двигуна до мотораме. У центрі передньої стінки смесесборніка чотирма шпильками кріпляться завзята п'ята ведучого валика приводу агрегатів і дефлектор нагнітача.

У центральний отвір смесесборніка запрессована сталева втулка, яка служить опорою для кілець маслоуплотнительной втулки переднього ущільнення нагнітача.

Ущільнення нагнітача призначене для запобігання попадання масла у всмоктувальну систему двигуна.

У передній частині сталевій втулці просвердлені отвори, які через кільцеву проточку, канал у вертикальній стінці і сталеву трубку повідомляються з атмосферою.

У нижній частині смесесборніка розташований прилив з каналом для підведення суміші від карбюратора до крильчатці нагнітача.

На торці припливу виконаний фланець з двома отворами і двома укрученими шпильками для кріплення карбюратора.

У припливі впускного патрубка циліндра № 1 виконаний фланець з двома шпильками для установки заднього суфлера двигуна.

У припливі патрубка циліндра № 2 виконано отвір для гвинта під штуцер виміру тиску суміші, а в припливі патрубка циліндра № 9 - під пускову форсунку.

Для стоку масла з задньої кришки і забезпечення суфлювання при перевернутому польоті через маслоотстойник, а також для підведення масла до відкачує ступені маслонасоса в нижній частині смесесборніка виконані отвори,

що проходять крізь перемичку в каналі підведення суміші до крильчатці нагнітача.

До заднього фланця смесесборніка десятима шпильками кріпляться дифузор нагнітача і задня кришка.

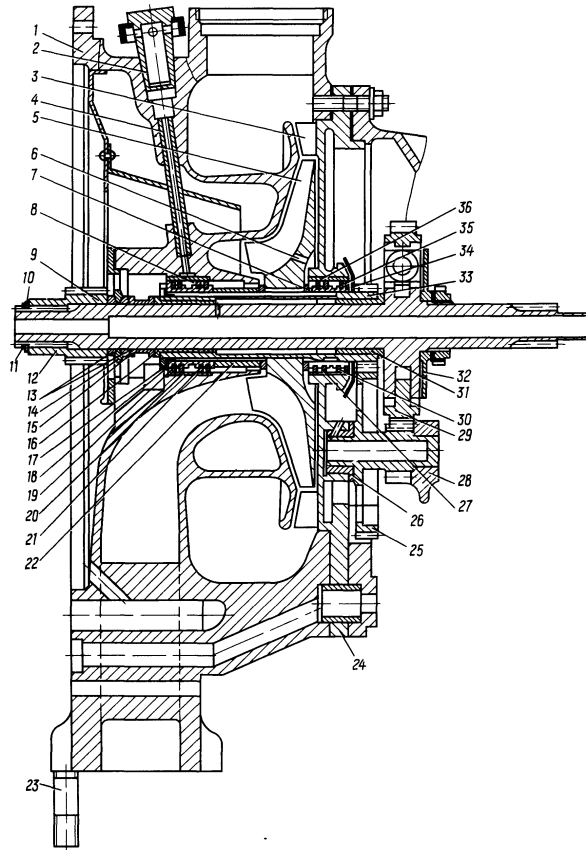


Рис. 2. Нагнітач (поздовжній розріз):

- |                                    |  |                                  |
|------------------------------------|--|----------------------------------|
| 1. Сумішозбірник                   | 14. Сферична п'ята                             | 27. Маслоущільнююче кільце       |
| 2. Суфлер                          | 15. Запекла втулка                             | 28. Кронштейн дифузора           |
| 3. Лопатка дифузора                | 16. Втулка валика крильчатки                   | 29. Муфта нагнітача              |
| 4. Трубка суфлера                  | 17. Гайка                                      | 30. Маслоущільнююче кільце       |
| 5. Крильчатка                      | 18. Замок                                      | 31. Втулка валика крильчатки     |
| 6. Отвір                           | 19. Маслоущільнююче кільце                     | 32. Кришка                       |
| 7. Регулювальне кільце             | 20. Втулка                                     | 33. Валик крильчатки             |
| 8. Маслоущільнююча передня втулка  | 21. Маслоущільнююче кільце                     | 34. Маслоотражатель              |
| 9. Ведучий валик приводу агрегатів | 22. Дистанційна втулка                         | 35. Маслоущільнююча задня втулка |
| 10. Регулювальне кільце            | 23. Шпилька кріплення карбюратора              | 36. Втулка дифузора              |
| 11. Стопорне кільце                | 24. Дифузор                                    |                                  |
| 12. Муфта                          | 25. Подвійне зубчасте колесо приводу нагнітача |                                  |
| 13. Сферичне кільце                | 26. Опорна втулка                              |                                  |

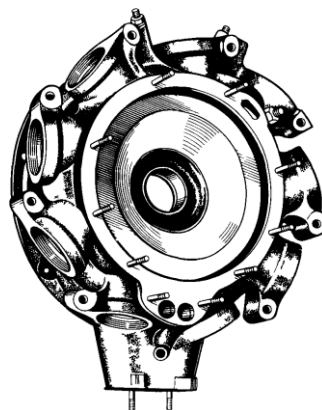
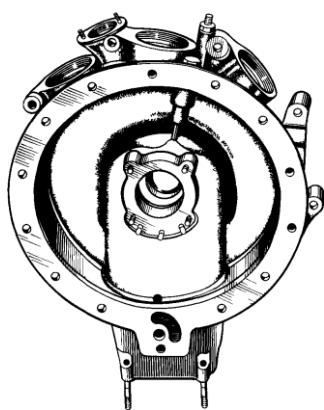


Рис. 3. Сумішозбірник:

Вид спереду

Вид ззаду

### **ДИФУЗОР**

Дифузор нагнітача (рис. 4) відлитий з алюмінієвого сплаву, має передній і задній фланці з буртами для центрування на смесесборніке і задній кришці картера.

З передньої сторони по кільцевій поверхні дифузора виконано 15 профільованих лопаток, що утворюють поступово розширюються від центру до периферії канали.

Під фланці просвердлені десять отворів для кріплення дифузора. Два отвори в нижній частині дифузора для зливу і відкачки масла (останнім запресована сталева перехідна втулка) і один отвір у верхній частині для суфлювання порожнини задньої кришки при нормальному положенні літака в польоті і для зливу масла з порожнини задньої кришки при польоті в перевернутому положенні.

У центральний отвір дифузора запресована сталева втулка заднього ущільнення нагнітача.

У нижній частині заднього фланця є бобишка, в розточення якої запресована алюмінієва втулка. Втулка є передньою опорою подвійного зубчастого колеса приводу нагнітача. Два припливу в нижній частині заднього фланця служать для установки на чотирьох шпильках кришки задньої опори подвійного зубчастого колеса.

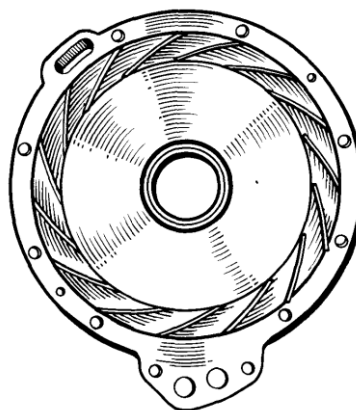
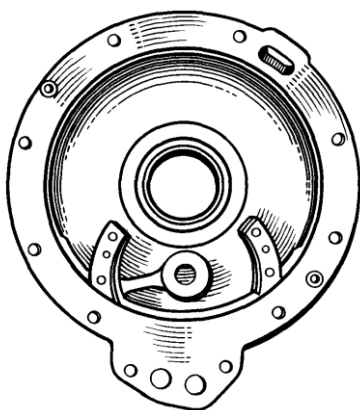


Рис. 4. Дифузор:

Вид ззаду

Вид спереду

На задньому фланці розташований отвір масляного каналу підведення мастила до опор подвійного зубчастого колеса.

### ***КРИЛЬЧАТКА***

Крильчатка (5) є найбільш навантаженою деталлю нагнітача. При роботі двигуна на злітному режимі її частота обертання досягає 23700 об / хв. Для зменшення інерційних сил і динамічних навантажень на підшипники валика приводу крильчатка перед установкою на двигун піддається статичній балансуванню зняттям шару металу з поверхні між лопатками.

Крильчатка нагнітача виготовлена штампуванням з алюмінієвого сплаву і складається з маточини і диска, на якому радіально розташовані 14 лопаток.

Для забезпечення ненаголошеного входу суміші в канали крильчатки лопатки з боку входу загнуті в бік обертання крильчатки.

На диску крильчатки є 14 похилих наскрізних отворів (6), що з'єднують канали крильчатки з кільцевої порожниною, утвореної конусної поверхнею виточки диска крильчатки і поверхнею дифузора. Ці отвори призначені для вирівнювання тиску з обох сторін крильчатки, що зменшує осьовий тиск на крильчатку.

Маточина крильчатки має шість внутрішніх прямокутних шліців для установки крильчатки на валик нагнітача.

Для запобігання від корозії крильчатка піддається анодуванню.

Валик (33) крильчатки нагнітача - пустотілий, виготовлений з цементованої сталі, і має в задній частині зубчастий вінець, виконаний за одне ціле з валом.

Зовні валик має циліндричний пояс, кільцеву канавку, шість шліців, циліндричну поверхню з кільцевою канавкою і різьблення під гайку (17) кріплення на валу.

Між кільцевими канавками виконані дві поздовжні канавки, що проходять через два протилежних шліца. Канавки з'єднують передню (8) і задню (35) втулки ущільнення нагнітача.

З обох сторін у валик запресовані бронзові втулки (16) і (31), якими валик крильчатки спирається на шийки ведучого валика (9) приводу агрегатів.

На валику крильчатки нагнітача встановлені: маслоотражатель (34), задня втулка (35) з чотирма бронзовими маслоуплотнітельними кільцями (27) і (30), регулювальне кільце (7), крильчатка (5) нагнітача, дистанційна втулка (22), передня втулка (8) з чотирма бронзовими маслоуплотнітельними кільцями (19) і (21) і замок (18), яким контр гайка (17), закріплює деталі на валу.

За допомогою регулювального кільця (7) здійснюється установка крильчатки з відповідним зазором між крильчаткою і стінками смесесборніка і дифузора.

### ***ПРИВІД КРИЛЬЧАЧКА НАГНІТАЧА***

Привід крильчатки нагнітача складається з ведучого валика (9) приводу агрегатів з муфтою (29) нагнітача, подвійного зубчастого колеса (25) і валика (33) крильчатки нагнітача.



Ведучий валик приводу агрегатів - пустотілий, виготовлений з цементованої сталі. На задній частині валика є евольвентні шліци, якими валик з'єднується з внутрішніми шліцами провідного конічного зубчастого колеса приводу задньої кришки.

Наявні на задній частині валика два обміднений паска служать: задній - для центрування валика щодо ведучого конічного зубчастого колеса приводу задньої кришки, передній - для ущільнення масляної магістралі.

Три наскрізних радіальних отвори на задньому циліндричному паску служать для підведення масла з масляного каналу задньої кришки в порожнину валика, що була частиною масляної магістралі двигуна.

У середній частині валика виконаний диск з п'ятьма подвійними виступами для установки муфти нагнітача. Дві опорні шийки на середній частині валика є опорами валика крильчатки.

У проміжку між шийками розташоване одне радіальний отвір для підведення масла до підшипників ковзання валика крильчатки.

На передній частині валика приводу агрегатів є евольвентні шліци, на які встановлюється муфта провідного валика, що має внутрішні і зовнішні шліци. Від поздовжнього зсуву муфта фіксується стопорним кільцем (II).

Зовнішніми евольвентними шлицями муфта входить в задню корінну шийку колінчастого вала, а посадковим пояском центрирується в ньому і ущільнює з'єднання масляної магістралі.

Між переднім торцем муфти і стопорним кільцем ставиться регульовальне кільце (10), необхідне для отримання необхідного осьового зазору між деталями приводу нагнітача.

Муфта своїм заднім торцем упирається через сферичне бронзове кільце в сферичну п'яту, закріплену на смесесборніке, а валик приводу агрегатів впирається в муфту через регульовальне кільце.

Таким чином обмежується осьове переміщення валика приводу агрегатів в сторону задньої кришки, а в бік середнього картера переміщення обмежується валиком крильчатки, який через дистанційну втулку і сферичне бронзове кільце впирається в сферичну п'яту смесесборніка.

На робочих торцях деталей приводу нагнітача (муфта, дистанційна втулка, сферичне кільце і валик крильчатки) виконані канавки для поліпшення змащування поверхонь.

Муфта нагнітача (рис. 5) зібрана на провідному валу приводу агрегатів.

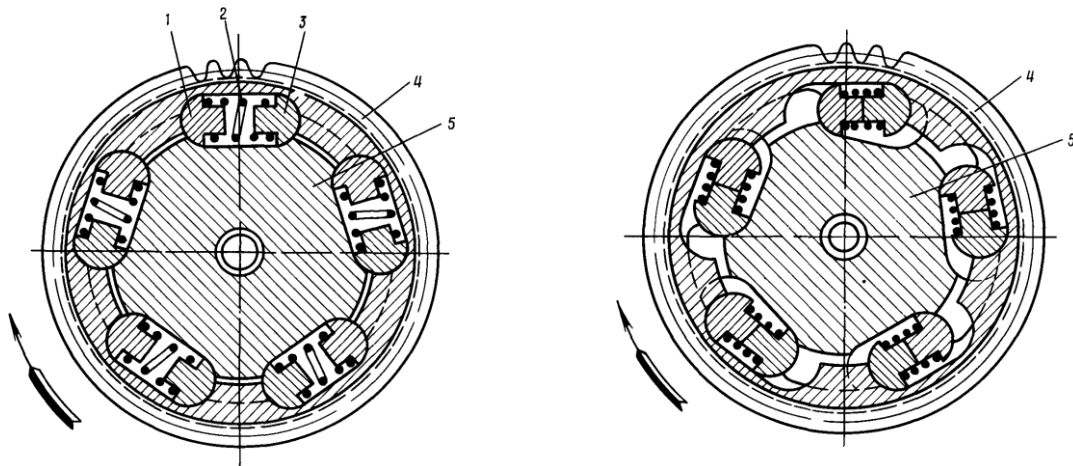


Рис. 5. Муфта нагнітача:

1. Тарілка. 2. Пружина. 3. Тарілка приводу агрегатів. 4. Шестерня. 5. Ведучий валик.

Муфта оберігає деталі приводу від перевантажень при різкій зміні режиму роботи двигуна, а також служить для зменшення напружень в деталях приводу від крутильних коливань.

Муфта приводу нагнітача складається з наступних деталей: шестерні (4), п'яти циліндричних спіральних пружин (2), п'яти пар тарілок (1) і (3) і деталей кріплення. Шестерня (4) виготовлена з легованої сталі і має п'ять внутрішніх виступів.

На зібраній муфті внутрішні виступи шестерні знаходяться в прорізах диска провідного валика, що виключає осьове переміщення шестерні (4) щодо валика. У проміжки між виступами шестерні і диска валика встановлені по дві тарілки (1) і (3) і по одній пружині (2).

Для фіксації тарілок і пружин в осьовому напрямку відносно валика приводу агрегатів служать: з передньої сторони - буртики тарілок, з задньої - кришка (32) (див. Рис. 1), закріплена на валику гайкою.

Зусиллям стиснення пружин тарілки притиснуті до торцевих поверхонь виступів шестерні і диска, що виключає вільний проворачивание шестерні (4) (див. Рис. 4) щодо валика приводу агрегатів.

При обертанні за годинниковою стрілкою виступи диска валика (5) діють на тарілки (1), які через пружини (2) і тарілки (3) передають крутний момент на виступи шестерні (4). При сталому режимі роботи двигуна, коли передається крутний момент менше крутного моменту попередньо стиснутих пружин (2), шестерня (4) не провертається щодо ведучого валика (5).

При зміні режиму роботи двигуна, коли на привід нагнітача можуть передаватися моменти більші, ніж момент попередньо стиснутих пружин, пружини стискаються і шестерня провертається щодо ведучого валика на деякий кут, запобігаючи великі ударні навантаження на деталі приводу нагнітача і їх поломку.

Подвійне зубчасте колесо (25) приводу нагнітача складається з двох циліндричних коліс, виготовлених за одне ціле з цементованої сталі, і має дві опорні шийки.

Передньою опорною шийкою подвійне зубчасте колесо обертається у втулці (26) дифузора (24), задній - в отворі кронштейна (28) дифузора. Мاستило до втулок підводиться під тиском через отвори в опорних шийках.

Передача обертання до крильчатці нагнітача здійснюється наступним чином: від ведучого валика приводу агрегатів через муфту приводу нагнітача обертається шестерня муфти (29) нагнітача, яка входить в зачеплення з малим вінцем подвійного зубчастого колеса (25). Великий вінець подвійного зубчастого колеса входить в зачеплення із зубчастим вінцем валика (33) крильчатки нагнітача. Передавальне число від колінчастого вала до крильчатці нагнітача одно 8,160.

Для усунення попадання масла з порожнини, утвореної передньою стінкою смесесборника і задньою стінкою картера, а також із задньої кришки в паливну суміш передбачена система ущільнення нагнітача, що складається з Маслоотражатель (34) і двох маслоуплотнітельних втулок (8) і (35) з кільцями (27) і (30), з'єднаних з атмосферою через суфлер (2).

Сталевий маслоотражатель, встановлений між зубчастим вінцем валика крильчатки і маслоуплотнітельної втулкою, оберігає від проникнення масла до крильчатці нагнітача з боку задньої кришки картера.

Маслоуплотнітельные втулки (8) і (35) виготовлені зі сталі і мають по чотири канавки для установки кілець, які зовнішньою поверхнею прилягають до втулок (20) і (36), запресованим в смесесборник (1) і дифузор (24).

Маслоуплотнітельные кільця виготовлені з бронзи. У кожен втулку встановлюється чотири кільця.

Посередині зовнішньої поверхні маслоуплотнітельних втулок є широка кільцева канавка з радіально розташованими отворами, що виходять в кільцеві порожнини, утворені втулками і валиком. Ці порожнини з'єднані між собою двома каналами, профрезерований на двох протилежних шліцах валика крильчатки нагнітача.

Радіальні отвори у втулці (20) виходять в утворену втулкою і смесесборником кільцеву порожнину, яка з'єднується з атмосферою через канал, утворений трубкою (4) суфлера, запресованої в смесесборник, і суфлер (2), ввернути в верхню частину смесесборника (I).

Атмосферне повітря, потрапляючи в кільцеві канавки маслоуплотнітельних втулок, зменшує розрідження в них, внаслідок чого зменшується підсмоктування масла в порожнину нагнітача і запобігання проникненню масла в робочу суміш.