



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82185 (13) C2
(51) МПК (2006)
F01D 25/16
F02C 7/00
F02C 7/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТУРБІНА НИЗЬКОГО ТИСКУ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

1

(21) 20040806523
(22) 04.08.2004
(24) 25.03.2008
(31) 0309642
(32) 05.08.2003
(33) FR
(46) 25.03.2008, Бюл.№ 6, 2008 рік
(72) БАР ЖАК, БЬОТЕН БРЮНО, БУЄ ФІЛІПП
(73) СНЕКМА МОТЕРС
(56) FR 2 633 023, 22.12.1989
US 5 074 109, 24.12.1991
US 3 844 110, 29.10.1974
(57) 1. Турбіна (12) низького тиску газотурбінного двигуна, який містить турбіну (10) високого тиску, що має ротор, цапфи високого тиску і розташована перед турбіною (12) низького тиску в напрямку течії газових потоків, що проходять через газотурбінний двигун, і кожух (14) колектора вихідних газів, розташований за турбіною (12) низького тиску в напрямку течії зазначених газових потоків, причому турбіна (12) низького тиску містить ротор (16, 18), прикріплений до цапфи (20)

2

низького тиску, яка сполучена із системою рифлень, і виконаний з можливістю обертання вал (28) низького тиску, яка **відрізняється** тим, що турбіна низького тиску додатково містить перший підшипник (30) кочення, який розташований на валу (28) низького тиску і який служить опорою цапфи (26) високого тиску, до якої прикріплений ротор (22, 24) турбіни (10) високого тиску, другий підшипник (32) кочення, який розташований на цапфі (20) низького тиску за першим підшипником (30) кочення і тим самим центрує цапфи (20) низького тиску відносно кожуха (14) колектора вихідних газів, і систему рифлень (34), розташовану між першим і другим підшипниками (30, 32), яка виконана з можливістю приведення в рух вала (28) низького тиску за допомогою цапфи (20) низького тиску.
2. Турбіна за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково містить ущільнювальне з'єднання (36), яке взаємодіє з цапфою (26) високого тиску й розташоване на валу (28) низького тиску перед першим підшипником (30) кочення.

Даний винахід належить до галузі турбін низького тиску авіаційних газотурбінних двигунів. Конкретніше, винахід охоплює таку конструкцію частин для встановлення ротора турбіни низького тиску на валу низького тиску, яка полегшує його монтаж і демонтаж.

З [патенту US3,844,110 від 26.02.1973р., кл. F02C7/06], відомий газотурбінний двигун, що складається з двох частин компресору та двох частин турбіни, що сполучаються між собою; кожух, що охоплює частини компресорів та згаданих турбін та частково визначає переважно кільцевий канал ежектурального потоку, що проходить через цей кожух та має вхідний отвір нижче принаймні однієї з ділянок компресору та вихідний отвір нижче принаймні однієї з ділянок турбіни.

Відомі авіаційні газотурбінні двигуни зазвичай обладнують турбіною високого тиску, розташовану на виході камери згоряння. Турбіна

низького тиску розташована за турбіною високого тиску по напрямку течії газових потоків, що виходять з камери згоряння. За турбіною низького тиску встановлюється кожух колектора вихідних газів. Таким чином, газові потоки, що виходять з камери згоряння, проходять через турбіни високого й низького тиску, приводячи їх в обертання, і виводяться через колектор вихідних газів.

Турбіна низького тиску газотурбінного двигуна складається, по суті, з ротора (лопаток і дисків), встановленого на цапфі низького тиску. Цапфа встановлена на валу низького тиску і сполучена із системою рифлень, які дозволяють приводити вал низького тиску в обертання. Аналогічним чином, турбіна високого тиску містить ротор (лопатки і диски), встановлений на цапфі високого тиску. Підшипник кочення, встановлений на цапфі низького тиску, служить опорою цапфи високого

(13) C2

(11) 82185

(19) UA

тиску при її обертанні відносно до вала низького тиску.

За прототип прийнятий відомий авіаційний газотурбінний двигун, поданий на фіг.2, де зображена частина відомої конструкції ротора турбіни низького тиску, встановленого на валу низького тиску газотурбінного двигуна. На цьому кресленні ротор 100 турбіни 102 низького тиску прикріплений до цапфи 104 низького тиску. Ця цапфа 104 низького тиску доходить в аксіальному напрямку проти напрямку течії газових потоків до ротора 106 турбіни 108 високого тиску і по напрямку течії газових потоків - до кожуха 110 колектора вихідних газів газотурбінного двигуна. Ротор 106 турбіни 108 високого тиску прикріплений до цапфи 112 високого тиску, що доходить в аксіальному напрямку до цапфи 104 низького тиску.

Турбіна 102 низького тиску приводить в обертання вал 114 низького тиску завдяки рифленням 116, передбаченим на передньому кінці цапфи 104 низького тиску. Також на передньому кінці цапфи 104 низького тиску встановлений перший підшипник 118 кочення, що забезпечує опору для турбіни 102 низького тиску газотурбінного двигуна та її центрування відносно до кожуха 110 колектора. На цапфі 104 низького тиску встановлений також другий підшипник 120 кочення для забезпечення можливості обертання цапфи 112 високого тиску. Другий підшипник розташований між першим підшипником 118 і рифленнями 116. Крім того, на цапфі 104 низького тиску між другим підшипником 120 і рифленнями 116 встановлене ущільнювальне з'єднання 122.

Це ущільнювальне з'єднання разом із фланцем 124 забезпечує взаємну герметичність повітряної порожнини 126a і мастильної порожнини 126b.

Така конструкція турбіни низького тиску має численні недоліки, зокрема, пов'язані зі складностями демонтажу цієї турбіни.

В процесі розбирання газотурбінного двигуна (повного або часткового), наприклад, при його обслуговуванні, різноманітні його елементи звичайно демонтуються через задню частину газотурбінного двигуна, тобто по напрямку течії газових потоків. Зокрема, для демонтажу турбіни низького тиску необхідно спочатку зробити демонтаж колектора вихідних газів. Тоді знімають турбіну низького тиску (цапфу і ротор) за допомогою зсуву вздовж осі газотурбінного двигуна по напрямку течії газових потоків.

У конструкції, зображеній на фіг.2, після зняття кожуха 110 колектора демонтаж турбіни 102 низького тиску виявляється ускладнений. При зсуві цапфи 104 низького тиску вздовж осі газотурбінного двигуна по напрямку течії газових потоків другий підшипник 120 і ущільнювальне з'єднання 122, підтримувані цапфою низького тиску, від'єднуються від цапфи 112 високого тиску.

Зняття другого підшипника 120 кочення призводить до порушення центрування вала 114 низького тиску відносно до цапфи 112 високого тиску (і, отже, відносно до турбіни 108 високого тиску), так що вал 114 низького тиску після

демонтажу турбіни 102 низького тиску більше не фіксується в радіальному напрямку. Крім того, зняття ущільнювального з'єднання 122 призводить до порушення взаємної герметичності повітряної порожнини 126a і мастильної порожнини 126b, причому мастило потрапляє в повітряну порожнину, що призводить до виникнення небезпеки витоку мастила.

Розкриття винаходу

Задача, на вирішення якої спрямований даний винахід, полягає, отже, у пропозиції нової геометрії турбіни низького тиску газотурбінного двигуна, яка полегшувала б її демонтаж і не спричиняла б порушення центрування турбіни високого тиску відносно до вала турбіни низького тиску і порушення взаємної герметичності повітряної і мастильної порожнин.

Для вирішення поставленої задачі відповідно до винаходу пропонується турбіна низького тиску газотурбінного двигуна, який містить турбіну високого тиску, розташовану перед турбіною низького тиску по напрямку течії газових потоків, що проходять через газотурбінний двигун, і кожух колектора вихідних газів, розташований за турбіною низького тиску по напрямку течії газових потоків. Турбіна низького тиску за винаходом містить ротор, прикріплений до цапфи низького тиску, і вал низького тиску, виконаний з можливістю обертання. Дана турбіна характеризується тим, що додатково містить перший підшипник кочення, розташований на валі низького тиску і який служить опорою цапфи високого тиску, до якої прикріплений ротор турбіни високого тиску, а також другий підшипник кочення, розташований на цапфі низького тиску за першим підшипником кочення й що забезпечує центрування цапфи низького тиску відносно до кожуха колектора. Турбіна за винаходом містить також систему рифлень, розташовану між першим і другим підшипниками і яка забезпечує можливість приведення в рух вала низького тиску за допомогою цапфи низького тиску.

Оскільки перший підшипник кочення розташований на валі низького тиску, він не від'єднується від цапфи високого тиску при вилученні цапфи низького тиску. Внаслідок цього при демонтажі турбіни низького тиску цапфа високого тиску, як і раніше, підтримується першим підшипником кочення, що дозволяє валу низького тиску залишатися центрованим відносно до турбіни високого тиску. Таким чином, вал низького тиску завжди залишається зафіксованим у радіальному напрямку.

Корисна відмінність даного винаходу полягає також у тому, що турбіна низького тиску додатково містить ущільнювальне з'єднання, яке взаємодіє з цапфою високого тиску. Дане ущільнювальне з'єднання розташоване на валі низького тиску перед першим підшипником кочення.

Таким чином, оскільки ущільнювальне з'єднання також розташоване на валі низького тиску турбіни, воно не від'єднується від цапфи високого тиску при демонтажі цапфи низького тиску. Внаслідок цього при демонтажі турбіни Низького тиску ущільнювальне з'єднання не

знімається, і взаємна герметичність повітряної і мастильної порожнини не порушується.

Стислий опис креслень

Інші особливості й переваги даного винаходу стануть ясні з нижченаведеного докладного опису, поданого з посиланнями на додані креслення, на яких представлено один з можливих варіантів здійснення винаходу, що не накладає жодних обмежень. На кресленнях:

- фіг.1 зображує в подовжньому розрізі частину турбіни низького тиску за винаходом;

- фіг.2 зображує в подовжньому розрізі частину відомої турбіни низького тиску.

Здійснення винаходу

На фіг.1 зображена частина турбіни низького тиску для газотурбінного двигуна. Поданий газотурбінний двигун обладнаний форсажною системою (з використанням допалювача). Втім, даний винахід може застосовуватися і до газотурбінних двигунів без форсажної системи.

Згідно з відомим принципом побудови газотурбінний двигун з подовжньою віссю Х-Х містить, зокрема, турбіну 10 високого тиску, розташовану на виході камери згоряння (не подана). Турбіна 12 низького тиску розташована за турбіною 10 високого тиску по напрямку течії газових потоків, що виходять з камери згоряння. Газотурбінний двигун також містить кожух 14 колектора вихідних газів, розташований за турбіною 12 низького тиску.

Турбіна 12 низького тиску містить, зокрема, множину робочих лопаток 16, установлених на диску 18. Робочі лопатки 16 і диск 18 складають, таким чином, ротор турбіни низького тиску. Диск 18 турбіни низького тиску прикріплений до цапфи 20 низького тиску, призначеної для приведення ротора турбіни в обертання.

Аналогічним чином, турбіна 10 високого тиску містить множину робочих лопаток 22, установлених на диску 24. Цей диск прикріплений до цапфи 26 високого тиску, розташованої вздовж подовжньої осі Х-Х газотурбінного двигуна між нижнім краєм диска 24 турбіни високого тиску і диском 18 турбіни низького тиску.

Ротор турбіни 12 низького тиску приводить в обертання витягнутий у подовжньому напрямку вал 28 низького тиску, що його передній кінець доходить в аксіальному напрямку до кожуха 14 колектора вихідних газів. Ротор турбіни 10 високого тиску приводить в обертання вал високого тиску (не поданий), розташований навколо вала низького тиску співвісно до нього.

Відповідно до даного винаходу перший міжвальний підшипник 30 кочення встановлений на валі 28 низького тиску як опора обертання цапфи 26 високого тиску. Точніше, підшипник 30 кочення розташований на валі низького тиску біля переднього краю 20а цапфи 20 низького тиску.

Згідно з відомою технологією перший підшипник 30 складається з декількох роликів 30а, укладених між внутрішнім кільцем (обоймою) 30b, установленим на валі 28 низького тиску, і зовнішнім кільцем 30с, прикріпленим

до цапфи 26 високого тиску. Для змащування й охолодження підшипника між внутрішнім і зовнішнім кільцями може вприскуватися мастило.

Також на передньому кінці цапфи 20 низького тиску встановлений другий підшипник 32 кочення. Цей другий підшипник служить як опора цапфи 20 низького тиску і забезпечує її центрування відносно до кожуха 14 колектора.

Як і перший підшипник 30, другий підшипник 32 кочення містить декілька роликів 32а, укладених між внутрішнім кільцем 32b, установленим на задньому кінці 20b цапфи 20 низького тиску, і зовнішнім кільцем 32с, прикріпленим до фланця 14а, закріпленого на кожусі 14 колектора. Між внутрішнім і зовнішнім кільцями може також вприскуватися мастило для змащування й охолодження підшипника.

Крім того, турбіна 12 низького тиску містить систему рифлень 34, які дозволяють ротору низького тиску приводити в обертання вал 28 низького тиску. Наприклад, ця система може бути утворена взаємно додатковими рифленнями, передбаченими на валі 28 низького тиску й на цапфі 20 низького тиску. Рифлення розташовані в аксіальному напрямку між першим підшипником 30 кочення і другим підшипником 32 кочення.

Корисна відмінність даного винаходу полягає в тому, що турбіна 12 низького тиску додатково містить ущільнювальне з'єднання 36, яке взаємодіє з цапфою 26 високого тиску і розташоване на валі 28 низького тиску перед першим підшипником 30 кочення. Ущільнювальне з'єднання 36 може бути виконане, наприклад, з вуглецю.

Ущільнювальне з'єднання 36 в поєднанні з фланцем 38, розташованим подовжньо між цапфою 26 високого тиску й цапфою 20 низького тиску, дозволяє забезпечити взаємну герметичність передньої повітряної порожнини 40а і задньої мастильної порожнини 40b газотурбінного двигуна.

Конструкція, що містить ущільнювальне з'єднання 36, перший підшипник 30 кочення, цапфу 20 низького тиску і другий підшипник 32 кочення, фіксується відносно до подовжнього зсуву на валі 28 низького тиску за допомогою гайки 42, щільно нагвинченої на задній кінець 28а вала 28 низького тиску.

Зараз розглянемо спосіб демонтажу вищеописаної турбіни низького тиску, наприклад, у ході робіт з обслуговування ротора низького тиску. Ця операція демонтажу здійснюється по напрямку течії газових потоків через газотурбінний двигун.

Спочатку знімають кожух 14 колектора, зрушуючи його подовжньо по напрямку течії газових потоків доти, поки він не виявиться вийнятим з газотурбінного двигуна. Після цього знімають гайку 42, нагвинчену на задній кінець 28а вала 28 низького тиску, і від'єднують від цапфи низького тиску другий підшипник 32 кочення. Після зняття цих елементів може бути знята турбіна 12 низького тиску. Ця операція виконується шляхом її зсуву в подовжньому напрямку до переднього краю цапфи 20 низького тиску, на якому

закріплений ротор низького тиску (робочі лопатки 16 і диск 18).

Оскільки перший підшипник 30 кочення встановлений на валі 28 низького тиску перед цапфою 20 низького тиску, він не від'єднується від вала низького тиску і від цапфи 26 високого тиску. Внаслідок цього цапфа 26 високого тиску й далі підтримується першим підшипником кочення. Завдяки цьому центрування вала 28 низького тиску відносно до турбіни 10 високого тиску в процесі демонтажу турбіни низького тиску не порушується. Тим самим полегшується демонтаж турбіни низького тиску.

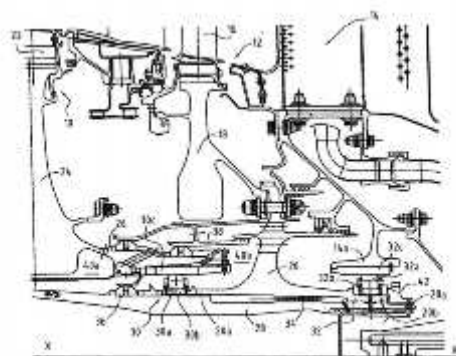
Аналогічним чином, оскільки ущільнювальне з'єднання 36 устатковане на валі 28 низького тиску перед першим підшипником 30 кочення (й, отже, перед цапфою 20 низького тиску), воно також не від'єднується від вала 28 низького тиску і від цапфи 26 високого тиску та може й далі забезпечувати герметичність. Це запобігає потраплянню мастила з мастильної порожнини 40b у повітряну порожнину 40a в процесі демонтажу турбіни низького тиску.

Крім полегшення демонтажу турбіни низького тиску, даний винахід дозволяє аналогічним чином полегшити монтаж турбіни низького тиску (наприклад, по завершенні робіт з обслуговування ротора).

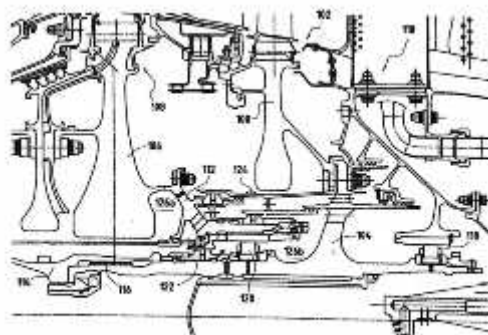
Справді, оскільки вал 28 низького тиску вже відцентрований (тобто зафіксований у радіальному напрямку), встановлення турбіни 12 низького тиску значно полегшується, причому не виникає необхідності впливати на елементи турбіни високого тиску. Для здійснення операції монтажу турбіну 12 низького тиску встановлюють співвісно до турбіни 10 високого тиску на деякій відстані від неї, після чого турбіну надівають на вал 28 низького тиску таким чином, щоб рифлення 34 турбіни правильним чином зчепилися з додатковими до них рифленнями 34 вала низького тиску. Після цього турбіну 12 низького тиску зрушують у подовжньому напрямку вбік турбіни 10 високого тиску доти, поки передній край 20a цапфи 20 низького тиску не упреться у внутрішнє кільце першого підшипника 30 кочення. Ролики 32a другого підшипника 32 кочення виявляються завдяки цьому правильним чином устатковані в зовнішнє кільце 32c, прикріплене до фланця 14a кожуха 14 колектора, і вся конструкція фіксується за допомогою гайки 42.

Забезпечуване винаходом спрощення монтажу й демонтажу турбіни низького тиску приводить, зокрема, до зниження вартості обслуговування газотурбінного двигуна.

Крім того, порівняно до відомих турбін низького тиску, турбіна низького тиску за винаходом має перевагу меншої маси, що дозволяє зменшити загальну масу газотурбінного двигуна й скоротити витрати на його виготовлення.



ФІГ. 1



Рівень тиску

ФІГ. 2