



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91023** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
F02C 3/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ГАЗОТУРБІННИЙ ДВИГУН ТА СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОР ДЛЯ ГАЗОТУРБІННОГО ДВИГУНА

1

2

(21) а200700715

(22) 23.01.2007

(24) 25.06.2010

(31) 0600617

(32) 24.01.2006

(33) FR

(46) 25.06.2010, Бюл.№ 12, 2010 р.

(72) БУЙЕР ФІЛІПП П'ЄР ВІНСЕН, FR, ЛОРАН ЕН-
ТОНІ, FR, РУССЕЛЕН СТЕФАН, FR

(73) СНЕКМА, FR, ІСПАНО-СЮІЗА, FR

(56) EP 1662636 A, 31.05.2006 EP 1659267 A,
24.05.2006 US 4531357 A, 30.07.2006 US
2004/189108 A1, 30.09.2004 US 5237817 A,
24.08.1993 WO2005/059316 A, 30.05.2005

(57) 1. Газотурбінний двигун, який містить електричний стартер-генератор (26), ротор (30) якого приводиться в обертання валом (20) компресора високого тиску і статор (32) якого встановлений на проміжному картері (10) газотурбінного двигуна, при цьому стартер-генератор (26) закритий герметичним корпусом (28), встановленим в передньому відсіку (18) газотурбінного двигуна, який знаходиться всередині проміжного картера і який містить масло, при цьому в герметичний корпус (28) стартера-генератора подається повітря під тиском, який **відрізняється** тим, що герметичний корпус (28) містить перші засоби (38) з'єднання з електричними кабелями (34), що проходять в конструктивних стояках проміжного картера, при цьому перші засоби з'єднання є герметичними і розташовані всередині камери (70), що обмежена корпусом (28) та проміжним картером і живиться повітрям під тиском.

2. Газотурбінний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що перші засоби (38) з'єднання з'єднані ззовні корпусу (28) з другими засобами (40) з'єднання, що герметично проходять через стінку (42) камери (70), що живиться повітрям під тиском, і виходять назовні цієї камери в конструктивні стояки (12) проміжного картера.

3. Газотурбінний двигун за п. 2, який **відрізняється** тим, що перші засоби (38) з'єднання розташовані всередині камери (70) паралельно осі ротора і з'єднані осьовими рознімами з другими засобами (40) з'єднання.

4. Газотурбінний двигун за п. 3, який **відрізняється** тим, що ззовні корпусу перші засоби (38) з'єднання містять з'єднувач (76) розеткового типу, що

з'єднується з осьовим штепсельним рознімом з'єднувача других засобів (40) з'єднання.

5. Газотурбінний двигун за п.2, який **відрізняється** тим, що перші і другі засоби (38, 40) з'єднання виконані зігненими.

6. Газотурбінний двигун за п.1, який **відрізняється** тим, що герметичний корпус (28) містить зовнішній циліндричний елемент (50), який утворює опору статора (32) стартера-генератора і на якому встановлені перші засоби (38) з'єднання, внутрішній циліндричний елемент (46), утворюючий опору ротора (30) стартера-генератора, і передню і задню кільцеві кришки (52, 54), закріплені на кінцях зовнішнього циліндричного елемента (50) і герметично взаємодіючі з внутрішнім циліндричним елементом (46) через прокладки (56), що обертаються.

7. Газотурбінний двигун за п. 6, який **відрізняється** тим, що зовнішній циліндричний елемент (50) корпусу містить кільцеву стінку (68) кріплення на проміжному картері і виконаний з можливістю встановлення і демонтажу шляхом осьового поступального переміщення з передньої частини відсіку (18).

8. Газотурбінний двигун за п.6, який **відрізняється** тим, що внутрішній циліндричний елемент (46) закріплений своїм переднім кінцем на опорному валу (48), що обертається валом компресора високого тиску, і виконаний з можливістю встановлення і демонтажу на цьому валу шляхом осьового поступального переміщення з передньої частини відсіку (18).

9. Газотурбінний двигун за п. 6, який **відрізняється** тим, що внутрішній (46) і зовнішній (50) циліндричні елементи корпусу охолоджуються циркуляцією масла.

10. Газотурбінний двигун за п. 1, який **відрізняється** тим, що герметичний корпус (28) містить декілька перших засобів (38) електричного з'єднання, з'єднаних осьовим рознімом з декількома другими засобами (40) з'єднання, встановленими на проміжному картері (10), і треті засоби (42) з'єднання, встановлені на проміжному картері (10), з'єднані за допомогою кабелів (34) з силовими електронними схемами (36), встановленими в об'єкті вентилятора газотурбінного двигуна.

11. Стартер-генератор для газотурбінного двигуна за одним з попередніх пунктів, який містить герме-

(13) **C2**

(11) **91023**

(19) **UA**

тичний корпус (28), що містить зовнішній циліндричний елемент (50), утворюючий опору статора, внутрішній циліндричний елемент (46), коаксіальний із зовнішнім циліндричним елементом та утворюючий опору ротора, і кільцеві кришки (52, 54), закріплені на осевих кінцях зовнішнього циліндричного елемента (50) і взаємодіючі з внутрішнім циліндричним елементом (46) через прокладки (56), що обертаються, який **відрізняється** тим, що герметичний корпус (28) містить засоби (38) з'єднання обмоток статора (32) із зовнішніми електричними кабелями, причому засоби (38) з'єднання є герметичними і встановлені на зовнішньому циліндричному елементі (50).

12. Стартер-генератор за п. 11, який **відрізняється** тим, що зовнішній циліндричний елемент (50)

корпусу містить кільцеву стінку кріплення на проміжному картері газотурбінного двигуна.

13. Стартер-генератор за п. 11, який **відрізняється** тим, що внутрішній циліндричний елемент (46) містить кільцевий фланець (58) кріплення на протилежному валу обертання.

14. Стартер-генератор за п. 11, який **відрізняється** тим, що внутрішній циліндричний елемент (46) містить засоби кріплення постійних магнітів, утворюючих ротор стартера-генератора, а зовнішній циліндричний елемент (50) містить засоби кріплення обмоток, утворюючих статор стартера-генератора.

15. Стартер-генератор за п. 11, який **відрізняється** тим, що внутрішній (46) і зовнішній (50) циліндричні елементи корпусу містять канали (60, 66) для циркуляції охолоджуючого масла.

Даний винахід стосується газотурбінного двигуна, такого як авіаційний турбореактивний або турбогвинтовий двигун, обладнаного електричним генератором, утворюючим стартер і встановленим в газотурбінному двигуні в осевому напрямку, а також стартера-генератора для газотурбінного двигуна такого типу.

У патенті EP-A-1382802 запропонований газотурбінний двигун, обладнаний вбудованим стартером-генератором, при цьому стартер-генератор встановлений в отворі одного або декількох дисків з рухомими лопатками компресора газотурбінного двигуна.

Задачею даного винаходу є, зокрема, удосконалення такого типу газотурбінного двигуна за рахунок полегшення встановлення і демонтажу вбудованого стартера-генератора і спрощення його з'єднань з електричними кабелями живлення або розподілу струму.

У зв'язку з цим об'єктом винаходу є газотурбінний двигун, який містить електричний стартер-генератор, ротор якого приводиться в обертання валом компресора високого тиску і статор якого встановлений на проміжному картері газотурбінного двигуна, при цьому стартер-генератор закритий герметичним корпусом, встановленим в передньому відсіку газотурбінного двигуна, який знаходиться всередині проміжного картера і який містить масло, при цьому в герметичний корпус стартера-генератора подається повітря під тиском, який відрізняється тим, що герметичний корпус містить перші засоби з'єднання з електричними кабелями, що проходять в конструктивних стояках проміжного картера, при цьому перші засоби з'єднання є герметичними і розташовані всередині камери, яка обмежена корпусом і проміжним картером і живиться повітрям під тиском.

Розташування відповідно до винаходу стартера-генератора в передньому відсіку газотурбінного двигуна між компресором низького тиску і компресором високого тиску дозволяє встановлювати і знімати стартер-генератор шляхом осевого поступального переміщення з передньої частини газотурбінного двигуна, що полегшує операції обслуговування і скорочує їх тривалість.

Крім того, таке розташування дозволяє прокласти в конструктивних стояках проміжного картера електричні кабелі, з'єднані зі стартером-генератором, які є жорсткими кабелями відносно великого перерізу.

Оскільки цей передній відсік газотурбінного двигуна містить масло, встановлений в цьому відсіку стартер-генератор вміщений в герметичний корпус.

Для полегшення електричних з'єднань стартера-генератора з електричними кабелями живлення/розподілу струму цей герметичний корпус оточений камерою, яка обмежена проміжним картером та корпусом і живиться повітрям під тиском, при цьому повітря під тиском може подаватися в герметичний корпус через виконані в йому впускні отвори для створення в корпусі високого тиску повітря, перешкоджаючого попаданню масла.

Герметичний корпус містить перші засоби з'єднання з електричними кабелями, що проходять в стояках проміжного картера, причому ці перші засоби з'єднання герметично проходять через стінку корпусу і розташовані всередині камери, що живиться повітрям під тиском.

Ці перші засоби з'єднання з'єднані ззовні корпусу з другими засобами з'єднання, що герметично проходять через стінку камери, що живляться повітрям під тиском, і виходять назовні цієї камери.

З'єднання між першими засобами з'єднання, які містяться в герметичному корпусі, і другими засобами з'єднання знаходяться, таким чином, в камері, що живиться повітрям під тиском, і захищені від масла, що міститься в передньому відсіку газотурбінного двигуна.

Переважно перші засоби з'єднання розташовані всередині цієї камери паралельно осі ротора і з'єднані штепсельними рознімами з другими засобами з'єднання.

Це дозволяє здійснювати наосліп встановлення стартера-генератора в газотурбінному двигуні, і електричні з'єднання реалізуються автоматично під час цього встановлення.

У переважному варіанті виконання даного винаходу герметичний корпус стартера-генератора містить зовнішній циліндричний елемент, який утворює опору статора стартера-генератора і на якому встановлені перші засоби з'єднання, внутрішній циліндричний елемент, утворюючий опору ротора стартера-генератора, і передню і задню кільцеві кришки, закріплені на кінцях зовнішнього циліндричного елемента і герметично взаємодіючі з внутрішнім циліндричним елементом через прокладки, що обертаються.

Стартер-генератор відповідно до даного винаходу і його герметичний корпус мають модульну конструкцію, що полегшує їх встановлення і демонтаж і, крім того, під час операцій обслуговування дозволяє витягувати з переднього відсіку внутрішній циліндричний елемент з ротором стартера-генератора, залишаючи при цьому на місці зовнішній циліндричний елемент зі статором стартера-генератора.

Об'єктом даного винаходу є також стартер-генератор для газотурбінного двигуна вищепри описаного типу, що містить герметичний корпус, який містить зовнішній циліндричний елемент, утворюючий опору статора, внутрішній циліндричний елемент коаксіальний із зовнішнім циліндричним елементом і утворюючий опору ротора, і кільцеві кришки, закріплені на осьових кінцях зовнішнього циліндричного елемента і взаємодіючі з внутрішнім циліндричним елементом через прокладки, що обертаються, який відрізняється тим, що зовнішній циліндричний елемент корпусу містить зігнені засоби з'єднання обмоток статора з електричними кабелями, що виходять в осьовому напрямку назовні корпусу.

Зовнішній циліндричний елемент корпусу містить кільцеву стінку кріплення на проміжному картері газотурбінного двигуна, а внутрішній циліндричний елемент корпусу містить кільцевий фланець кріплення на привідному валу обертання.

У цьому стартері-генераторі внутрішній циліндричний елемент містить засоби кріплення постійних магнітів, а зовнішній циліндричний елемент містить засоби кріплення обмоток.

Обидва циліндричних елемента містять канали для циркуляції охолоджуючого масла.

Даний винахід та його інші відмітні ознаки будуть більш очевидні з нижченаведеного опису, представленого як приклад, з посиланнями на прикладені креслення, на яких:

Фіг. 1 представляє частковий схематичний вигляд в осьовому розрізі газотурбінного двигуна відповідно до даного винаходу.

Фіг. 2 - частковий схематичний вигляд в осьовому розрізі в збільшеному масштабі стартера-генератора, встановленого в передньому відсіку газотурбінного двигуна.

Фіг. 3 - збільшений вигляд засобів електричного з'єднання цього стартера-генератора.

Фіг. 4 - вигляд цих засобів з'єднання у відключеному положенні.

Фіг. 5 - схематичний вигляд засобів електричного з'єднання стартера-генератора з силовими електронними схемами.

На Фіг. 1 схематично показаний проміжний картер 10 газотурбінного двигуна, такого як двокон-

турний турбореактивний двигун, при цьому проміжний картер знаходиться між компресором низького тиску, розташованим в передній частині і зв'язаним з вентилятором, і компресором високого тиску, що розташований в задній частині і живить камеру згоряння газотурбінного двигуна.

Проміжний картер 10 містить конструктивні стояки 12, які виконані радіально в первинному контурі 14 і у вторинному контурі 16 і на зовнішніх кінцях яких встановлений обтічник вентилятора газотурбінного двигуна.

Проміжний картер 10 обмежує зсередини передній відсік 18, в якому встановлені передній кінець вала 20 компресора високого тиску і напрямний опорний підшипник 22 цього вала, при цьому через відсік 18 в осьовому напрямку проходить вал 24 турбіни, передня частина якого утворює привідний вал для компресора низького тиску газотурбінного двигуна.

Електричний генератор 26, який може працювати також як стартер, встановлений в герметичному корпусі 28 всередині відсіку 18 і містить ротор 30, що обертається валом 20 компресора високого тиску, і статор 32, встановлений на проміжному картері 10, при цьому ротор 30 містить постійні магніти, що обертаються всередині електричних обмоток статора 32.

Ці обмотки з'єднані з електричними провідниками 34 розподілу струму (робота в режимі генератора) і живлення струмом (робота в режимі стартера), прокладеними в конструктивних стояках 12 проміжного картера 10. Ці провідники з'єднують стартер-генератор 26 із силовими електронними схемами 36, встановленими всередині обтічника вентилятора на виході проміжного картера 10.

Електричні провідники 34 є жорсткими кабелями відносно великого перерізу (наприклад, порядку 50 мм²), які дуже важко або неможливо згинати і які йдуть вздовж прямолінійних траєкторій в конструктивних стояках 12 проміжного картера. Ці провідники 34 з'єднані зі стартером-генератором 26 і з електронною схемою 36 за допомогою зігнених засобів з'єднання, які включають перші засоби 38 з'єднання, встановлені в герметичному корпусі 28 стартера-генератора 26, другі засоби 40 з'єднання, встановлені в кільцевій стінці 42 проміжного картера, що обмежує зсередини первинний контур 14 і охоплює ззовні передній відсік 18, і треті засоби 44 з'єднання, встановлені на зовнішніх кінцях конструктивних стояків 12.

У варіанті виконання для з'єднання стартера-генератора 26 з електронними схемами 36 передбачені чотири комплекти перших, других і третіх засобів 38, 40 та 44 з'єднання, причому ці чотири комплекти відстоять один від одного на 90° навколо осі А газотурбінного двигуна, при цьому кожен з третіх засобів 44 з'єднання з'єднаний провідниками вищезгаданого типу з силовими електронними схемами 36.

Як показано на Фіг. 2, корпус 28 стартера-генератора 26 містить внутрішній циліндричний елемент 46, на якому встановлені постійні магніти, утворюючі ротор 30 стартера-генератора, і який встановлений з можливістю осьового переміщення на опорному валу 48, встановленому на передньому кінці вала 20 компресора високого тиску,

при цьому корпус 28 містить також зовнішній циліндричний елемент 50, коаксіальний з внутрішнім циліндричним елементом 46, з встановленим на йому статором 32 стартера-генератора, і передньою 52 та задньою 54 кільцевою кришкою, закріплені на осьових кінцях зовнішнього циліндричного елемента 50 і герметично взаємодіючі через прокладки 56, що обертаються, з осьовими кінцями внутрішнього циліндричного елемента 46.

Передній кінець внутрішнього циліндричного елемента 46 містить внутрішній кільцевий фланець 58 кріплення за допомогою гвинтів на опорному валу 48, нерухомо з'єднаному з валом 20 компресора високого тиску. Передня кільцева кришка 52 кріпиться за допомогою гвинтів, доступних спереду, на передньому кінці зовнішнього циліндричного елемента 50 корпусу 28.

У зовнішньому елементі 50 виконані канали 60 циркуляції охолоджуючого масла, що живляться маслом з переднього кінця через трубопровід, з'єднаний з масляною магістраллю, що проходить у відсіку 18. Своїми задніми кінцями канали 60 з'єднані із системою мащення переднього напрямного опорного підшипника 22 вала 20.

Канали 66 циркуляції охолоджуючого масла виконані також у внутрішньому циліндричному елементі 46 і виходять заднім кінцем у відсік 18 з боку опорного підшипника 22.

Зовнішній циліндричний елемент 50 корпусу 28 містить зовнішню кільцеву стінку 68 кріплення за допомогою гвинтів на кільцевій стінці 42 проміжного картера 10, при цьому кільцева стінка 68 обмежує навколо зовнішнього циліндричного елемента 50 камеру 70, закриту із задньої сторони кільцевою стінкою 72, зв'язаною з кільцевою стінкою 42 і циліндричною опорною поверхнею, що закінчується на своїй внутрішній периферії, в яку герметично заходить задній кінець зовнішнього циліндричного елемента 50 корпусу 28.

Камера 70, оточуюча зовнішній циліндричний елемент 50, живиться повітрям під тиском з первинного контуру 14 через отвори кільцевої стінки 42, які виходять в камеру 70. Канали, виконані в зовнішньому циліндричному елементі 50, виходять всередину корпусу 28 і подають повітря під тиском всередину цього корпусу навколо стартера-генератора, щоб перешкодити попаданню масла в корпус 28 з переднього відсіку 18 газотурбінного двигуна.

Як показано на Фіг. 3 та 4, перші засоби 38 з'єднання, встановлені в герметичному корпусі 28, і другі засоби 40 з'єднання, встановлені в кільцевій стінці 42 проміжного картера, виходять в камеру 70 таким чином, щоб не допустити будь-якого забруднення електричних з'єднань між цими засобами з'єднання маслом, що міститься у відсіку 18.

Зокрема, перші засоби 38 з'єднання містять трубку 74, зігнуту під кутом 90° і нерухомо з'єднану із зовнішнім циліндричним елементом 50 корпусу, при цьому зігнута трубка 74 виходить всередину корпусу 28 своїм радіально внутрішнім кінцем і зі свого радіально зовнішнього кінця закрита з'єднувачем 76, утворюючи розетку, закріплену за допомогою гвинтів на зовнішньому кінці трубки 74.

У представленому прикладі з'єднувач 76 містить цоколь з діелектричного матеріалу, в якому

встановлені три трубчасті провідники 78, в передні кінці яких заходять три провідники 80, з'єднані з обмотками статора стартера-генератора, і в задні кінці яких повинні заходити штирки 82, встановлені в цоколі 84 з діелектричного матеріалу штепсельного з'єднувача 86, що є частиною других засобів 40 з'єднання.

Провідники 78 розетки перших засобів 38 з'єднання розташовані паралельно осі стартера-генератора 26 так само, як і штирки 82 штепсельного розніму других засобів з'єднання, і знаходяться на одній лінії в осьовому напрямку з цими штирками. Розмір цоколя 84 штепсельного розніму других засобів 40 з'єднання визначають таким чином, щоб він щільно заходив в розетковий цоколь 76 перших засобів 38 з'єднання. Таким чином, коли зовнішній циліндричний елемент 50 з першими засобами 38 з'єднання встановлюють на місце шляхом осьового поступального переміщення від входу до виходу, розетковий цоколь 76 заходить безпосередньо на штепсельний цоколь 84, і з'єднувачі 76 та 86 автоматично з'єднуються один з одним, при цьому штирки 82 заходять в трубчасті провідники 78 з'єднувача 76.

Під час демонтажу стартера-генератора 26, навпаки, осьове поступальне переміщення зовнішнього циліндричного елемента 50 від виходу до входу автоматично призводить до роз'єднання з'єднувачів 76 та 84, як показано на Фіг. 4.

Другі засоби 40 з'єднання встановлені в кільцевій стінці 42 проміжного картера 10 і герметично проходять через цю стінку. В основному вони складаються з описаного вище штепсельного з'єднувача 86, який проходить від сішки 42 всередину камери 70, і розеткового з'єднувача 76, ідентичний розетковому з'єднувачу перших засобів 38 з'єднання і виходить назовні кільцевої стінки 42 в первинний контур 14. Обидва з'єднувачі 86 та 76 других засобів 40 з'єднання з'єднані між собою зовнішніми кільцевими фланцями, закріпленими за допомогою гвинтів на кільцевій стінці 42 проміжного картера з боку камери 70.

У трубчасті провідники 78 з'єднувача 76 других засобів 40 з'єднання заходять жорсткі провідники 88, в кількості трьох, які встановлені в екрануючій оболонці 90 і проходять радіально назовні всередині стояка 12 проміжного картера.

Своїми радіально зовнішніми кінцями ці провідники 88 з'єднані (Фіг. 5) за допомогою третіх засобів 44 з'єднання і провідників 34 із силовими електронними схемами 36, показаними на Фіг. 1.

Треті засоби 44 з'єднання містять трубку 92, зігнуту під кутом 90°, на кінцях якої встановлені розеткові з'єднувачі 76 описаного вище типу, з'єднані між собою всередині трубки 92 за допомогою провідників 94.

Встановлення стартера-генератора здійснюють в наступному порядку:

- спочатку на вал компресора високого тиску газотурбінного двигуна встановлюють опорний вал 48 ротора стартера-генератора;

- потім шляхом осьового поступального переміщення від входу до виходу встановлюють на місце зовнішній циліндричний елемент 50 із задньою кришкою 54 і його зовнішню кільцеву стінку 68 закріплюють на проміжному картері. Електричне

з'єднання між першими і другими засобами 38, 40 з'єднання відбувається автоматично, як і з'єднання масляного трубопроводу для мащення опорного підшипника 22;

- після цього здійснюють з'єднання засобів подачі масла в канали 60 зовнішнього циліндричного елемента 50;

- потім шляхом осьового поступального переміщення в напрямку від входу до виходу встановлюють внутрішній циліндричний елемент 46 з ротором 30 стартера-генератора і його кільцевий фланець 58 закріплюють гвинтами або болтами на опорному валу 48;

- після цього встановлюють на місце передню кришку 52 і закріплюють її за допомогою гвинтів на зовнішньому циліндричному елементі 50.

Стартер-генератор відповідно до даного винаходу має наступні переваги:

- його модульна конструкція полегшує його встановлення і демонтаж в газотурбінному двигуні;

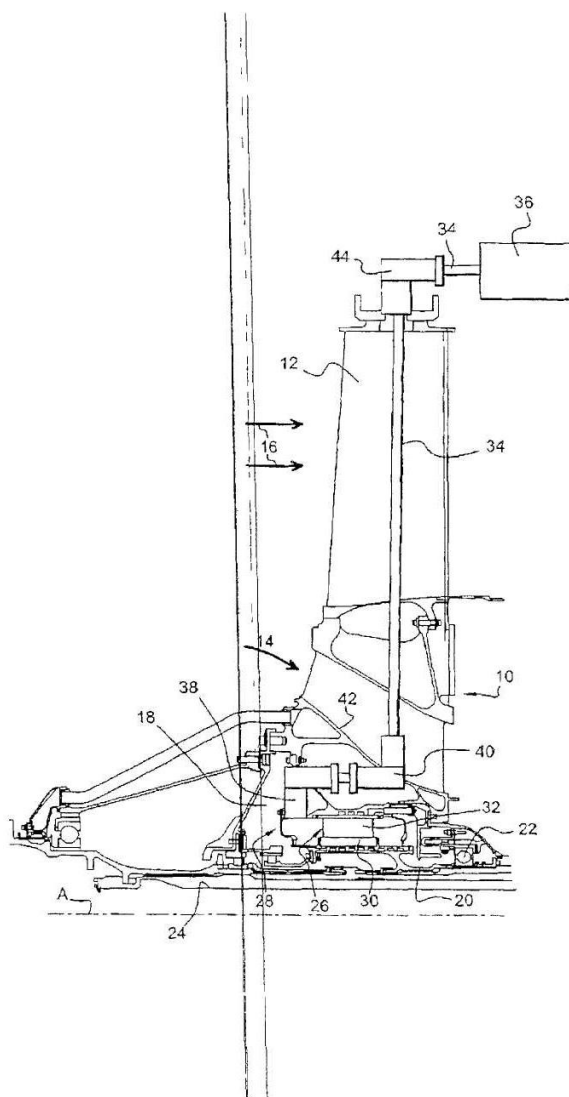
- статор стартера-генератора, встановлений на зовнішньому циліндричному елементі 50, може залишатися нерухомим на проміжному картері під час демонтажу вала компресора високого тиску під час операцій обслуговування;

- засоби електричного з'єднання стартера-генератора розташовані в повітряному відсіку, що знаходиться під тиском, ззовні передньою відсіку 18 газотурбінного двигуна;

- з'єднувальні електричні кабелі 34 захищені всередині конструктивних стояків 12 проміжного картера;

- засоби 38, 40, 42 з'єднання заздалегідь складені та герметизовані і дозволяють використати екрановані кабелі або провідники, які є жорсткими та прямолінійними і які немає необхідності згинати;

- електричні з'єднання між першими і другими засобами 38, 40 з'єднання проводять наосліп з високим ступенем надійності шляхом осьового поступального переміщення.



Фіг. 1

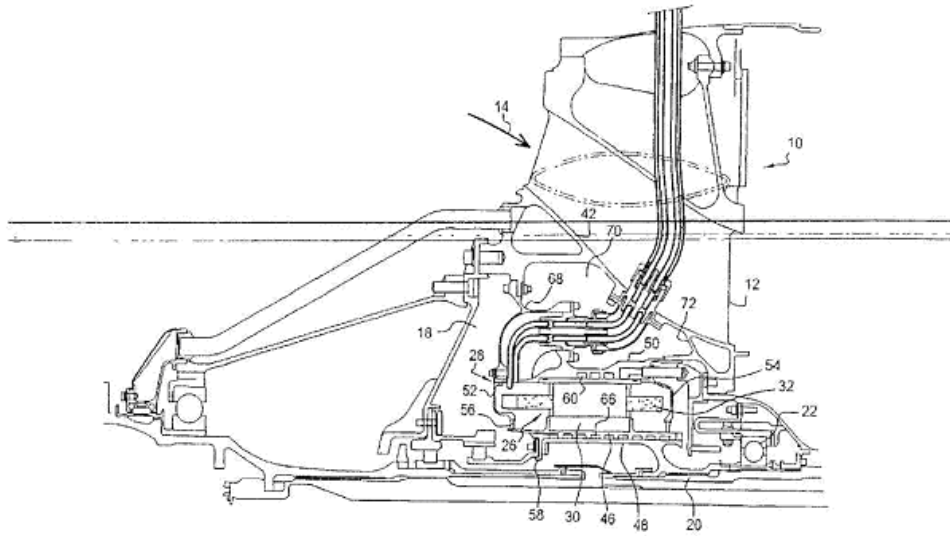


Fig. 2

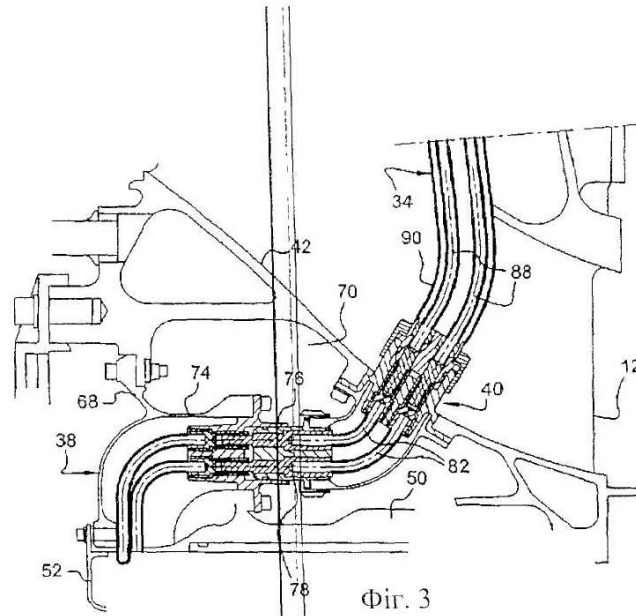


Fig. 3

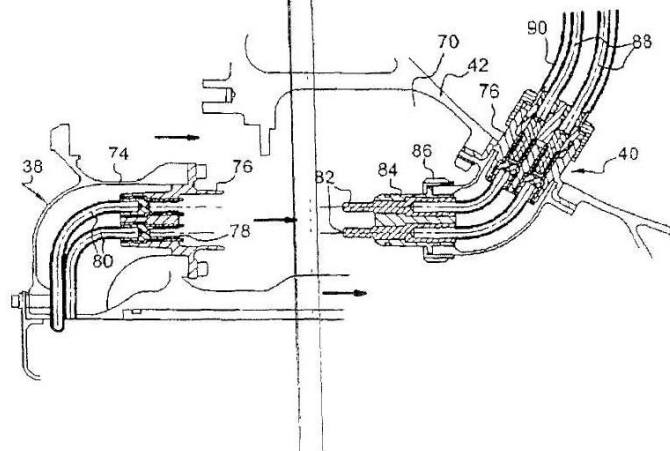


Fig. 4

