

Винахід стосується статора машини і, зокрема, процесів збирання і розбирання, які можна використовувати за наявності такого статора.

Даний винахід належить до технічної сфери обертових машин, у яких статор несе ступені нерухомих лопаток, що звуться ступенями направляючих лопаток і чергуються з круглими ступенями рухомих лопаток на роторі. Збирання і розбирання таких машин звичайно ускладнюються необхідністю так званого гніздування ступенів нерухомих лопаток, що робить операції технічного обслуговування дуже тривалими і дорогими. У зв'язку з цим, зовнішній корпус статора у відомій конструкції, зображений на Фіг.1, містить два напівкруглих півкожухи 1 (показаний лише один з двох аналогічних і симетричних один одному півкожухів), сполучені між собою плоскими фланцями 2 з півкруглими пазами 3, в яких переміщуються ковзанням кутові сектори 4 ступеня 5 направляючих лопаток. Переміщення кутових секторів 4 у пазах 3 потрібно стопорити, що здійснюється за допомогою планки 6 перед пазами 3 на стику півкожухів 1 між з'єднальними фланцями 2 для запобігання руху кутових секторів 4.

Розібрати статор такої конструкції можна дуже легко. Для цього необхідно лише роз'єднати болтове кріплення фланців 2 і розділити один від одного півкожухи 1 простим радіальним рухом. Кутові сектори 4 можна також легко вийняти з канавок 3, повністю відкриваючи таким чином лопатки ротора. Проте ця конструкція має суттєвий недолік, який полягає в тому, що зібрати півкожухи 1 з достатньо високою точністю не вдається, і доводиться залишати в машині зазори від декількох сотих до декількох десятків міліметра, що знижує робочі характеристики машини внаслідок наявності в ній витікання газу. Слід також вказати, що планка 6 стопорить лише цілком увесь вузол ступенів 5 направляючих лопаток, що не запобігає руху кутових секторів 4 і виникненню вібрацій. Звернемося тепер до інших відомих конструкцій статора.

У [патенті US 5564397] описана конструкція обертової машини, в котрій корпус складається з круглих кожухів, що збираються послідовно один за одним за допомогою гвинтів. Пази, в які проходять основи ступенів лопаток, використовуються для вставляння лопаток шляхом радіального переміщення між кожухами, а збирання, таким чином, здійснюють шляхом осьового переміщення кожухів один до одного. Лопатки тут утримуються гаками, що виступають з обох сторін і входять у заглибини у протилежних стінках канавок. І, нарешті, переміщення лопаток у тангенціальному напрямку в пазах відвертається за допомогою штифтів, вставлених в осьовому напрямку.

Машина, описана в [патенті US 5564897], має досить просту конструкцію, а відмінності її компонування в зборі роблять її особливо прийнятною для застосування в компресорах низького тиску. Подібні машини в літальних апаратах є більш складними, а потреба в технічному обслуговуванні в них є особливо великою у компресорів високого тиску, точніше - їхніх ступенів, що наближені до камери згоряння і, отже, піддаються дії високих тисків і температур. Проте, діставати для ремонту лопатки, рухомі і нерухомі, є найскладнішим саме в цьому місці - в серці машини. У відомих конструкціях статор машини треба розбирати спереду і ззаду цієї високонапруженої ділянки, причому знімати потрібно також ротор машини. Конструкція, описана в [патенті US 5564897], є непринятною принаймні з двох причин: по-перше, кожухи машини не можуть вільно переміщатися в осьовому напрямку, аж поки машина не буде цілком розібрана, причини чого більш докладно описані нижче, і по-друге нерухомі лопатки не утримуються належним чином, коли кожухи ще не зібрані; останнє, як відомо, пов'язане з потребою застосування певної кріпильної оснастки, що в даному випадку є проблематичним, оскільки така оснастка для її застосування потребує відповідного доступу до лопаток, щоб їх можна було вставляти і знімати.

У зв'язку з вищевикладеним, даним винаходом пропонується засіб діставання лопаток статора шляхом радіального переміщення після знімання осьовим переміщенням круглих кожухів, які у зібраному стані утворюють корпус. Від відомих технічних рішень даний винахід відрізняється тим, що завдяки поліпшеній конструкції зазначений результат можна одержати навіть у застосуванні до лопаток компресора високого тиску в камері згоряння або на іншій ділянці з утрудненим доступом у складній і досить малій авіаційній турбомашині.

Головна відміна даного винаходу полягає в тім, що рухомі лопатки залишаються утримуваними одним із кожухів навіть тоді, коли переміщення поруч розташованого кожуха призводить до їх звільнення; корені лопаток мають з однієї сторони скривлені гаки, що входять у заглибину відповідної їм форми, частково закриту радіально орієнтованим виступом, що утримує гаки в цій заглибині. На дні заглибини встановлена осьова пружина, що працює на стискання і тисне на гак, підтримуючи його й решту лопатки у фіксованому положенні. При цьому стають непотрібними жодні зовнішні інструменти для забезпечення правильного повторного збирання статора.

Інші аспекти, деталі й особливості даного винаходу розглянуті нижче з посиланнями на додані фігури креслення, де відображені:

Фіг.1 - відомий корпус статора;

Фіг.2 - корпус статора відповідно до винаходу;

Фіг.3-5 - стадії збирання статора за даним винаходом.

Таким чином, показаний на Фіг.2 статор за даним винаходом має зовнішню кришку 10, що утримує корпус 11, який у даному випадку складається з переднього кожуха 12, заднього кожуха 13 і амортизуючого кільця 14 (яке утворює третій кожух у тім, що стосується винаходу). Кожухи 12 і 13 розташовані поруч один одного і скріплені болтами на фланцях 15; при цьому задній кожух 13 і амортизуюче кільце 14 скріплені між собою болтами на фланцях 17. З'єднальні болти позначені позицією 18. Кожухи 12 і 13 амортизуючого кільця 14 простягаються уздовж повного кола.

Корпус 11 розташований нижче за потоком від компресора високого тиску турбомашини і перебуває в контакті з камерою згоряння (докладно не показана), розташованою у суміжній зоні 45 за амортизуючим кільцем 14. Отже, передня частина турбомашини відповідає лівій частині Фіг.2 і зображена на подальших кресленнях. Кришка 10 утримує, щонайменше, один ступінь 46 направляючих лопаток вище за потоком, безпосередньо за ступенями, до яких застосовується даний винахід. Кришка 10 складається з двох півкруглих половин, зібраних уздовж протилежних прямих ліній (вузол із півкожухів) таким чином, що її можна легко

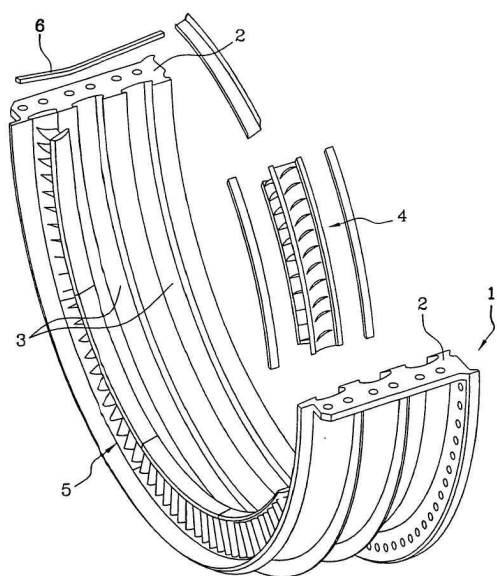
розібрати, не створюючи цим неточностей для наступного збирання завдяки тому, що кожух 12 і амортизуюче кільце 14 забезпечують належне центрування, а кришка 10 не піддається дії великих температурних навантажень.

Під парами фланців 15 і 16 є канавки, відповідно, 19 і 20, повернуті усередину статора і загально використовувані, послідовно, заднім кожухом 13, переднім кожухом 12 і амортизуючим кільцем 14. Канавки 19 і 20 нагадують канавки, показані в конструкції на фіг.1, і також використовуються для кріплення двох ступенів 21 і 22 направляючих лопаток, корені 23 яких входять у ці канавки, як показано на кресленнях. Ззаду корінь 23 лопатки має гак 24, зігнутий і повернутий назад і назовні. Гак 24 заходить у заглибину 25, де розташована віта кругла пружина 26, що тисне на задній торець гака і штовхає корінь 23 лопатки вперед. Крім того, спереду корінь 23 має повернутий уперед гак 27, що входить у заглибину 28 у сусідньому елементі корпусу. Гак 27 має паз під штифт 29, що вставляється з натягом в отвір 30, просвердлений у цьому елементі корпусу, і виступає із нього назовні назад. Штифт 29 запобігає обертівому руху кутового сектора ступеня 21 або 22 направляючих лопаток, у який він проникає. У кращому варіанті для кожного направляючого сектора передбачений один штифт, що проходить через паз у гаку 27.

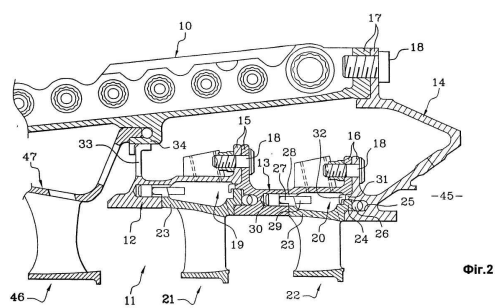
Перш, ніж перейти до опису процесу збирання і розбирання статора, слід зазначити, що для заднього кожуха 13 і амортизуючого кільця 14 навколо їхніх заглибин 25 передбачений виступ 31 радіальної орієнтації, який частково оточує зазначену заглибину зовні і має виріз 32, місцями трохи ширший за зігнуті гаки 24 кутових секторів направляючих лопаток, і що виступ 31 використовується для утримання гака 24 у заглибині 25, а також для спирання корпусного елемента в зоні його передньої частини, поблизу його з'єднувального фланця 15 або 16, шляхом саморегулювання в межах концентричної ділянки цього елемента. І, нарешті, передній кожух 12 у зоні його передньої частини має ребро 33, кінець якого вигнутий для натискання на гак 34 зовнішньої кришки 10.

Звернемося тепер до Фіг.3, де зображена відповідна ділянка машини в розібраному стані зі знятою кришкою 10. Тут кожухи 12 і 13 і амортизуюче кільце 14 розташовані навколо ротора 35 машини за допомогою спеціальної оснастки, звичайно використовуваної для цих цілей і позначеної поз. 36. Така оснастка складається з оправок або опорних кілець, утримуваних кріпильними штифтами на зафіксованій нерухомо рамі. Отже, оснастка 36 навколо кожухів 12 і 13 розташована зовні, на вільних місцях, що забезпечує доступ до неї. Ротор 35 несе ряд ступенів 37, 38 і 39 рухомих лопаток, між якими повинні вставлятися ступені направляючих лопаток. Корпусні елементи 11 мають поверхні 40 обмеження потоку газу, які в нормальному положенні розташовуються перед ступенями 37-39 рухомих лопаток, але на кресленні ще свого нормального положення не займають; кожухи 12 і 13 тут показані усунутими далеко вперед, а амортизуюче кільце 14 віддалене трохи назад. Кожухи 12 і 13 показані піднятими над ступенями 37 і 38 лопаток ротора, перед якими в зібраному стані розташовуються їхні обмежувальні поверхні 40. Таке зміщення стає можливим завдяки показаній невеликій конусності в корпусі 11, що зменшується в напрямку камери 45 згоряння, тоді як конусність компресорів високого тиску в дійсності є більшою; в одному місці, а саме на зовнішній оболонці 47 попереднього ступеня 46 направляючих лопаток, ця типова конусність показана в її реальному вигляді. Для розкриття ступенів 21 і 22 направляючих лопаток винахід може застосовуватися у зміщенні кожухів 12 і 13 в тому напрямку, в якому збільшується діаметр машини. У протилежному напрямку, що було б природним, зміщення є неможливим через наявність у зоні 45 камери згоряння, котра розбиранню не підлягає. Проте, зняття ступеня 46 направляючих лопаток складнощів не представляє.

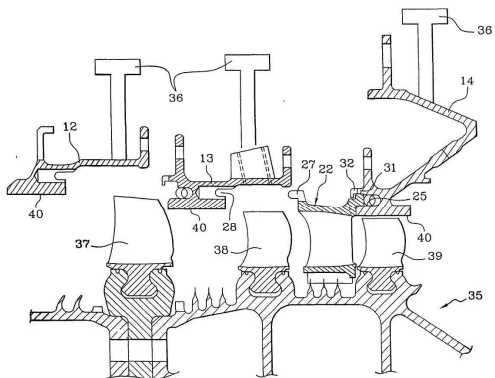
Перша стадія збирання полягає в установці направляючих лопаток заднього ступеня 22 на своє місце між використовуваними лопатками ступенів 38 і 39 шляхом переміщення їхніх кутових секторів у напрямку центра, перепускаючи їх один за одним через виріз 32, а потім під кутом уздовж заглибини 25. Як і раніше, їх зміщують на півсектора, коли півсектор установлений так, що жодний із них не простягається цілком перед вирізом 32. Коли направляючі лопатки заднього ступеня 22 повністю зібрані, задній кожух 13 можна переміщувати назад для того, щоб установити гаки 27 у заглибину 28 і натисканням привести їх в контакт із виступом 31. Це положення показане на фіг.4. Пружина 26 правильно спрямовує гаки 27, дозволяючи уникнути необхідності застосування механічної обробки для забезпечення опори секторам направляючих лопаток ступеня 22. Можна бачити, що завдяки цьому кожухи 12 і 13 є надійно розділеними, і елементи переднього ступеня 21 направляючих лопаток можуть переміщуватися ковзанням між ними так само, як і у випадку ступеня 22, але між ступенями 37 і 38 рухомих лопаток. Після цього передній кожух 12 переміщують назад, а амортизуюче кільце 14 переміщують уперед, у результаті чого корпусні елементи можна з'єднувати, суміщаючи між собою пари фланців 15 і 16. Далі можна встановити зовнішню кришку 10. Таким чином, дана конструкція забезпечує легкий доступ до направляючих лопаток ступенів 21 і 22 та рухомих лопаток ступенів 37, 38 і 39, дозволяючи уникнути необхідності розбирати корпус машини. Разом з цим забезпечується жорсткість і точність збираного вузла. Розбирання вузла є так само простим і здійснюється шляхом виконання вищеописаних операцій у зворотному порядку, а саме: розділення кожухів, відведення їх один від одного шляхом переміщення у напрямку осі в машині, видобування кутових секторів направляючих лопаток із канавок і переміщення їх у радіальному напрямку між кожухами.



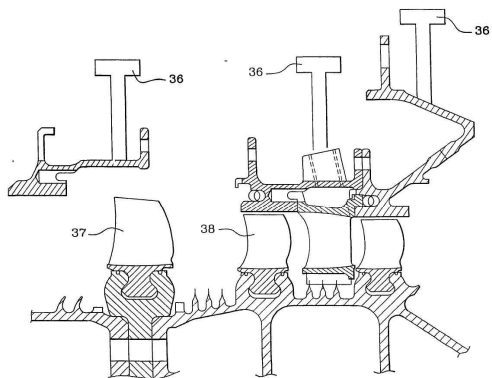
Φir.1



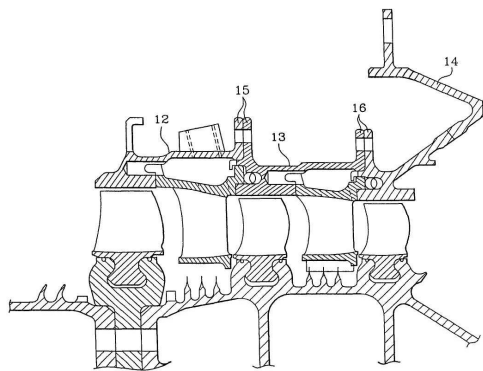
Φir.2



Φir.3



Φir.4



Φir.5