

Винахід стосується камер згоряння газотурбінних двигунів, що працюють у складі газоперекачувальних та енергетичних установок на стиснутому природному газі з низькими викидами оксидів азоту (NO_x) та окислів вуглецю (CO) без вприску води або пару.

Відома конструкція камери згоряння газової турбіни з низьким викидом шкідливих речовин, що містить щонайменше одну жарову трубу, що складається з предкамери й основної камери згоряння із соплом та порожнинами підводу паливного газу і змішування газу і повітря. Внутрішні стінки предкамери виконані з постійним поперечним перетином, зовнішні стінки утворюють із внутрішніми стінками кільцевий зазор. У частині сопла, що розширюється, виконані отвори для виходу суміші паливного газу та повітря у внутрішню порожнину основної камери. Крім того, у корпусі основної камери є другий ряд додаткових отворів, що сполучає ті ж порожнини, розташований концентрично основному ряду (патент Російської Федерації №2111416, F23R 3/34).

Недоліками цієї конструкції є відсутність попереднього змішування паливного газу і повітря в попередній камері, що призводить до збільшення утворення NO_x .

Крім того, подача бідної паливоповітряної суміші через окремі отвори в основну камеру не забезпечує рівномірності температури полум'я, що призводить до збільшення утворення NO_x та CO .

Як прототип прийнята камера згоряння по патенту Російської Федерації №2098719, F23R 3/34, що має жарову трубу, яка складається з попередньої камери змішування, сопла і основної камери горіння. Сопло, що звужується, розміщено усередині попередньої камери з утворенням внутрішньої камери змішування, що також звужується, і зовнішньої камери змішування, що звужується, а потім розширюється, на вході в які виконані щільні тангенціальні канали підводу повітря, а в стінках каналів виконані отвори для підводу паливного газу, при цьому, осі цих каналів розташовані перед поперечним вхідним перетином щільного каналу перпендикулярно його стінкам.

Недоліками такої камери згоряння є підвід паливного газу на вході в щільні тангенціальні канали, що може призвести до виходу частини газу з зони змішування і надходження його в систему охолодження жарової труби з наступним виносом його з зони горіння. Крім того, наявність дифузійного каналу веде до збільшення утворення NO_x і ускладнює алгоритм керування камерою згоряння. Проникнення зони зворотних потоків продуктів згоряння по осі жарової труби у внутрішню камеру змішування призводить до проскакування полум'я у внутрішню камеру змішування й, у зв'язку з цим, збільшенню рівня NO_x і перегріву сопла.

У основу винаходу поставлена задача удосконалення камери згоряння газової турбіни енергетичної установки, в якій шляхом введення додаткових конструктивних елементів забезпечується якісне змішування паливного газу з повітрям і стійке горіння з мінімальним недопалом (C_xH_y) і викидами оксидів азоту й окислів CO на розрахунковому і перехідних режимах.

Поставлена задача вирішується тим, що в камері згоряння газової турбіни енергетичної установки, що має жарову трубу, яка складається з розташованих концентрично внутрішньої і зовнішньої камер змішування, на вході в які виконані канали підводу повітря, і основну камеру горіння, відповідно до винаходу, зовнішня камера змішування виконана постійно вужчаючою, у внутрішній камері змішування по її горизонтальній осі і розташований витискувач зворотних потоків продуктів згоряння з рядом отворів у торцевій стінці для охолоджувального повітря, на виході із внутрішньої камери змішування перед основною камерою горіння розташована попередня камера горіння, що має внутрішній корпус і зовнішній корпус з отворами для охолоджувального повітря, крім того, канали підводу повітря виконані у вигляді радіальних лопатних завихрювачів, у кожній лопатці яких виконані канали підводу паливного газу із вихідними отворами, спрямованими в міжлопатні канали, при цьому осі вихідних отворів перпендикулярні стінкам лопаток.

Зовнішня камера змішування виконана постійно вужчаючою, тобто у вигляді конфузору, що забезпечує безвідричну течію паливоповітряної суміші, що перешкоджає проскакуванню полум'я з зони горіння в кільцевий змішувальний канал камери і, як слідство, попадання її стінок та вихід із ладу.

Розташування витискувача зворотних потоків продуктів згоряння по горизонтальній осі внутрішньої камери змішування забезпечує концентричність внутрішнього кільцевого простору внутрішньої камери змішування, що також забезпечує безвідричність течії паливоповітряної суміші. При зсуві положення витискувача щодо горизонтальної осі відбувається відріз потоку паливоповітряної суміші від внутрішньої стінки камери змішування в зоні збільшеного кільцевого зазору і, як слідство, проскакування полум'я і гарячих продуктів згоряння у внутрішню камеру змішування з попередньої камери горіння, що призводить до запалення ще не підготовленої паливоповітряної суміші, що тягне за собою збільшення рівня NO_x , перегрівання і попадання

корпусу внутрішньої камери змішування.

Завдяки тому, що вихідні отвори для паливного газу в лопатках завихрювачів спрямовані в міжлопатні канали, паливний газ розпилюється безпосередньо в потік повітря в міжлопатному каналі, виключається його заброс у систему охолодження жарової труби з наступним виносом його з зони горіння, і, як слідство, виключається збільшення викидів CO , C_xH_y і поpalення жарової труби.

У разі відсутності ряду отворів для охолоджувального повітря в торцевій стінці витискувача, його торцева стінка буде мати неприпустимо високу температуру, що призведе до вигорання торцевої поверхні і наслідкам, описаним вище.

Отвори для охолоджувального повітря в зовнішньому корпусі попередньої камери горіння забезпечують конвективне охолодження внутрішнього корпусу камери. При їх відсутності температура внутрішнього корпусу буде вище припустимої, що призведе до її поpalення і виходу з ладу.

Наявність охолоджуваної попередньої камери горіння забезпечує створення додаткової зони рециркуляції гарячих продуктів згорання для стійкого горіння паливоповітряної суміші, що виходить із внутрішньої камери змішування. Крім того, гарячі продукти згорання з попередньої камери горіння постійно підпалюють паливоповітряну суміш, що надходить із зовнішньої камери змішування в основну камеру горіння.

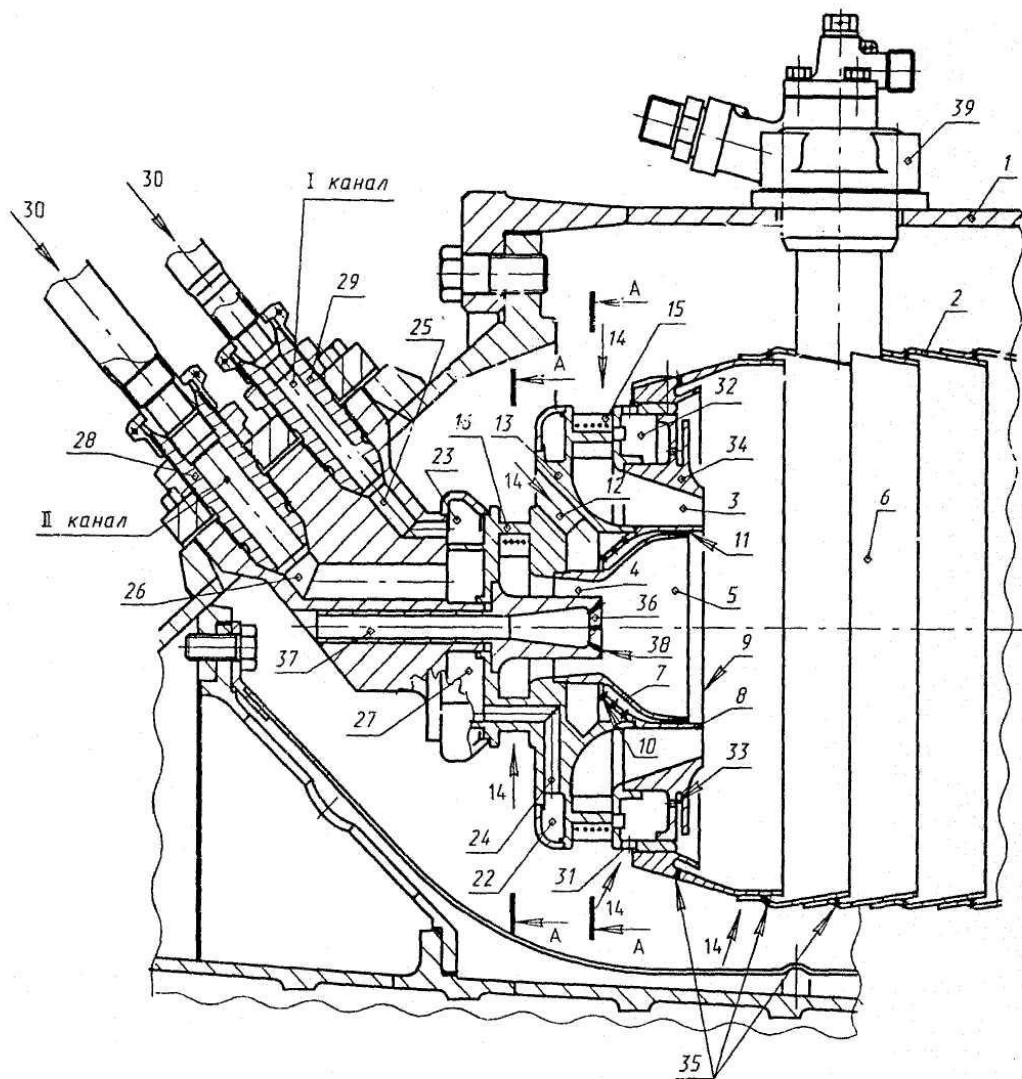
На фіг.1 зображений подовжній переріз камери згорання. На фіг.2 - міжлопатні канали підводу повітря на вході в зовнішню і внутрішню камери змішування (розтин А-А фіг.1). На фіг.3 - лопатка завихрювача з отворами для подачі паливного газу (розтин В-В фіг.2).

Камера згорання 1 має жарову трубу 2, що складається з розташованих концентрично зовнішньої 3 і внутрішньої 4 камер змішування з вихідними крайками попередньої камери 5 горіння, розташованої на виході з внутрішньої 4 камери змішування співвісно з нею, основної камери 6 горіння (на кресленні показана частина камери). Зовнішня 3 і внутрішня 4 камери змішування виконані постійно вужчаючими. Попередня камера 5 горіння розташована в корпусах 7 і 8 із вихідною крайкою 9. Через отвори 10 у корпусі 8 і канали 11 подається повітря на охолодження корпусів 7 і 8. Підвід охолоджувального повітря 14 до отворів 10 здійснюється через отвори 12 у силовій стінці 13. На вході в зовнішню 3 і внутрішню 4 камери змішування виконані канали підводу повітря 14 у вигляді лопатних завихрювачів 15 і 16 відповідно. У кожній лопатці 17 завихрювачів 15 і 16 виконані канали 18 із вихідними отворами 19 по висоті лопатки для підводу паливного газу в камери змішування 3 і 4. Вихідні отвори 19 спрямовані в середину міжлопатних каналів 20 і їхні осі 21 перпендикулярні стінкам лопаток 17. Канали 18 через кільцеві порожнини 22 і 23 і отвори 24, 25, 26 і порожнину 27 сполучаються зі штуцерами 28 і 29, через які підводиться стиснутий паливний газ 30. Через отвори 31, порожнину 32 і отвори 33 підводиться повітря 14 для охолодження стінки 34. Через отвори 35 підводиться повітря 14 для охолодження стінки жарової труби 2. У внутрішній камері 4 змішування по її горизонтальній осі розташований витискувач 36 зворотних потоків продуктів згорання з рядом отворів 37, 38 у торцевій стінці, для подачі охолоджувального повітря. Запалення здійснюється запальним пристроєм 39.

Камера згорання газової турбіни працює таким чином.

При запуску газотурбінного двигуна стиснутий паливний газ 30 подається в штуцер 29, далі через отвори 25, кільцеву порожнину 23 і канали 18 у лопатках 17 завихрювача 16 розпилюється в потік повітря 14 у міжлопатному каналі 20 через вихідні отвори 19, із завихрювача 16 закручена паливоповітряна суміш надходить у внутрішню 4 камеру змішування, де відбувається рівномірне перемішування повітря 14 із стиснутим паливним газом 30, потім рівномірно перемішана і закручена паливоповітряна суміш надходить у попередню 5 камеру горіння, де вона запалюється від запального пристрою 39. Камера згорання 1 працює в такому режимі протягом часу, необхідного для прогріву двигуна в черговому режимі, при цьому, паливний газ у штуцер 28 не подається. При збільшенні потужності газотурбінного двигуна аж до максимального стиснутий паливний газ у штуцер 29 подається по визначеному закону, що залежить від режиму роботи газотурбінного двигуна і параметрів повітря на вході в двигун. Це забезпечує стійку роботу камери згорання 1 і мінімальні значення NO_x , CO і C^*H_y (оксидів азоту, окислів вуглецю і недопал). З визначеного режиму роботи газотурбінного двигуна під час збільшення потужності стиснутий паливний газ 30 починає подаватися в штуцер 28, далі через отвір 26, кільцеву порожнину 27, отвори 24, кільцеву порожнину 22 і канали 18 у лопатках 17 завихрювача 15 розпилюється в потік повітря 14 у міжлопатні канали 20 через отвори 19. З завихрювача 15 закручена паливоповітряна суміш надходить у зовнішню 3 камеру змішування, де відбувається рівномірне перемішування повітря 14 із стиснутим паливним газом 30, потім рівномірно перемішана і закручена паливоповітряна суміш надходить в основну камеру 6 горіння, де запалюється

від факелу попередньої камери 5 горіння. Паливний газ 30 у штуцер 29 подається по визначеному закону з метою забезпечення мінімальних концентрацій NO_x , CO і C_xH_y під час роботи газотурбінного двигуна. Повітря 14, що надходить через отвори 12, 10 і канали 11 створює конвективне і плівкове охолодження корпусів 7 і 8. Повітря 14, що надходить через отвори 31, кільцеву порожнину 32, отвори 33 і 35 створює плівкове охолодження стінок жарової труби 2. Повітря 14, що надходить через отвори 37 і 38, створює загороджувальне охолодження витискувача 36, що перешкоджає проникненню гарячих продуктів згоряння з попередньої камери 5 горіння у внутрішню камеру 4 змішання і запобігає запаленню ще не підготовленої паливоповітряної суміші.



Фиг 1

