**Мостіпаненко Ганна Борисівна. Вдосконалення характеристик низькоемісійних камер згоряння газотурбінних двигунів методами математичного моделювання : Дис... канд. наук: 05.05.03 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Мостіпаненко Г.Б. Вдосконалення характеристик низькоемісійних камер згорання газотурбінних двигунів методами математичного моделювання. - Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.03 – Двигуни та енергетичні установки. – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2008.  Дисертація присвячена питанням числового моделювання низькоемісійних камер згорання газотурбінних двигунів з упорскуванням водяної пари і горінням частково перемішаної збідненої паливоповітряної суміші. Розроблена універсальна математична модель тривимірного хімічно реагуючого потоку, яка дає можливість прогнозувати вихідні температурні і екологічні характеристики камер згорання, що працюють на газоподібному паливі. Приведені результати верифікації моделі, які підтверджують її достовірність для широкого спектру робочих режимів. Запропонована методика числового експерименту. Отримані в ході розрахунків дані дозволили вдосконалити конструкції конкретних зразків низькоемісійних камер згорання. Доведена необхідність і можливість використання числового експерименту при проектуванні камер згорання газотурбінних двигунів. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі представлене нове рішення завдання прогнозування і вдосконалювання екологічних характеристик стаціонарних газотурбінних двигунів, які працюють на газоподібному паливі, шляхом вибору раціональних геометричних і режимних параметрів їх камер на базі створеної математичної моделі низькоемісійної камери згоряння з частковим попереднім перемішуванням палива з повітрям і упорскуванням водяної пари.  На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:   1. На основі аналізу і узагальнення вітчизняних і закордонних літературних даних установлені найбільш перспективні способи зниження шкідливих викидів і вироблені основні вимоги до організації робочого процесу в сучасних низькоемісійних камерах згоряння газотурбінних двигунів. 2. Розроблено універсальну тривимірну математичну модель низькоемісійних газотурбінних камер згоряння ГТД, у яких організується гомогенно-диффузійне горіння паливоповітряних сумішей, обумовлене як фізичними процесами сумішоутворення, так і кінетикою хімічних реакцій. 3. Запропоновані і верифіковані ефективні кінетичні механізми окиснення газоподібного палива, що враховують часткове попереднє перемішування палива з повітрям, а також упорскування екологічної і енергетичної водяної пари і дозволяють коректно моделювати розподіл температур і концентрацій хімічних компонентів у низькоемісійних камерах згоряння ГТД. Отримано задовільну відповідність результатів числових і натурних експериментів. 4. Вдосконалено модель утворення оксидів азоту для низькотемпературних режимів горіння метану в камерах згоряння ГТД. Виявлено, що для камер згоряння ГТД, у яких реалізований принцип горіння частково перемішаної збідненої паливоповітряної суміші з максимальною температурою, що не перевищує 1900 К, істотну роль грає не тільки термічний механізм утворення оксидів азоту, але й механізм їх формування через закис азоту N2O (до 50 %). Запропоновано залежність для визначення концентрацій атомарного кисню в перерізах низькоемісійної газотурбінної камери згоряння, яка дозволяє задовільно прогнозувати емісію оксидів азоту. 5. На основі результатів математичного моделювання проаналізовані основні недоліки двох конструктивних типів низькоемісійних камер згоряння і дані практичні рекомендації з поліпшення температурного режиму й екологічних характеристик камер згоряння ГТД ДН-80 потужністю 25 МВт і ГТУ типу "Водолій" потужністю 16 МВт із упорскуванням екологічної й енергетичної водяної пари виробництва ДП "Науково-виробничий комплекс газотурбобудування" "Зоря"-"Машпроект" (м. Миколаїв). 6. Раціональна організація робочого процесу в камері згоряння ГТД ДН-80 забезпечить скорочення розрахункової емісії оксидів азоту з 16 до 1 ppm, зменшення максимальної розрахункової нерівномірності температурного поля у вихідному перерізі з 19 до 8,6 % при збереженні коефіцієнта повноти згоряння палива. Запропоновані конструктивні зміни жарової труби камери згоряння ГТУ "Водолій" з упорскуванням водяної пари дозволять зменшити розрахункові викиди оксидів азоту c 33 до 10 ppm, оксиду вуглецю з 12 до 4 ppm і розрахункову усереднену радіальну нерівномірності температурного поля на виході з 8 до 3,8 %. З огляду на обмеження та допущення математичної моделі на двигунах можна прогнозувати зниження викидів оксиду азоту в 1,5-2 рази зі збереженням емісії СО і зменшення втрат повного тиску на 7 % (відносних) для ГТД ДН-80 і зниження викидів оксиду азоту в 1,3-1,5 разів і СО на 20-25 % для ГТУ типу "Водолій". 7. Розроблені практичні рекомендації з вдосконалювання низькоемісійних камер згоряння ГТД дозволять збільшити ресурс жарових труб, а, отже, і газотурбінних двигунів у цілому, створювати нові зразки конкурентоспроможної на світовому ринку продукції, які задовольняють міжнародним нормам на викиди токсичних компонентів. Крім того, застосування модернізованих варіантів камер згоряння дозволить одержати річний економічний ефект у розмірі близько 125000 $ для ГТД ДН-80 і 2000 $ для ГТУ типу "Водолій" за рахунок зменшення витрати охолоджувального повітря на лопатки перших ступенів турбін, що веде до підвищення ККД ГТД ДН-80 на 0,64 % абсолютних і двигуна ГТУ типу "Водолій" на 0,04 %. 8. Основні наукові результати дисертаційної роботи мають теоретичне і практичне значення для розробки і модернізації низькоемісійних камер згоряння ГТД і використовуються на ДП НВКГ "Зоря"-"Машпроект" у вигляді рекомендацій для проектування і модернізації перспективних зразків низькоемісійних камер згоряння ГТД, а також у навчальному процесі Національного університету кораблебудування при виконанні дипломних проектів і магістерських робіт зі спеціальностей "Турбіни" і "Екологія й охорона навколишнього середовища". | |