**Кахер Абу Ельджадаіль. Підвищення ефективності газотурбінних установок та парогазових установок шляхом удосконалення внутрішньої регенерації теплоти: дис... канд. техн. наук: 05.14.14 / Одеський національний політехнічний ун-т. - О., 2004. , табл.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Кахер Абу Ельджадаіль. Підвищення ефективності газотурбінних установок та парогазових установок шляхом удосконалення внутрішньої регенерації теплоти.** – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.14 – Теплові та ядерні енергоустановки. Одеський національний політехнічний університет. Одеса, 2004.  Дисертація присвячена дослідженню актуальної науково-технічної проблеми – підвищенню ефективності ГТУ і ПГУ та зниження забруднення атмосфери газами від цих установок, які створюють парниковий ефект. Ця мета досягається використанням у ГТУ і ПГУ хімічної регенерації теплоти, яка полягає в тому, що відпрацьовані після газової турбіни гази обігрівають конвертор природного газу, а потім поступають в парогенератор. Дана регенерація є важливим фактором підвищення ККД ГТУ і ПГУ та зменшення викидів СО2 у навколишнє середовище. У дисертації наведені огляд та аналіз сучасних схем ПГУ і ГТУ, розроблений інструмент для розрахунків схем: математичні моделі розрахунку ентальпії, сумішей , які мають місце у схемах ГТУ та ПГУ, і газів, які виходять з конвертора метану, компресора, турбіни, камери згорання, конвертора, котла-утилізатора. Запропоновано програмне та математичне забезпечення для розрахунку схем ПГУ і ПТУ та проведені ці розрахунки. Розроблена оптимальна схема утилізаційної частини ПГУ, вперше розрахований та показаний вплив хімрегенерації тепла в ПГУ і ГТУ на ККД схеми, викид СО2у навколишнє середовище та наведені результати відповідних розрахунків. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі запропоновано нове рішення наукової задачі підвищення ККД газотурбінних і парогазових установок шляхом удосконалювання внутрішньої регенерації теплоти, що полягає в установці конвертора природного газу після газової турбіни. Для забезпечення процесу конверсії використовується теплота відпрацьованих у газовій турбіні газів. Отримані наукові результати дослідження можуть бути використані при проектуванні сучасних ГТУ і ПГУ на енергомашинобудівних заводах.  У результаті виконання роботи отримані наступні результати.  1. Проведено аналіз сучасного стану ГТУ і ПГУ. Показано, що переоцінка запасів вуглеводних енергоресурсів на земній кулі у бік їхнього значного збільшення, вихід з ладу і зупинка значної кількості атомних електростанцій у зв'язку з завершенням їхнього проектного ресурсу в найближчі 10–15 років неминуче дасть могутній імпульс до розвитку ГТУ і ПГУ. Для того, щоб уникнути підвищення викидів у навколишнє середовище газів, що утворять парниковий ефект (СО2), слід орієнтуватися на установки на органічному паливі з максимальним ККД і мінімальним викидом СО2. Саме такими установками і є ГТУ і, особливо, ПГУ з внутрішньою регенерацією теплоти, що відробила. Аналіз схем ПГУ, як існуючих, так і проектованих, показав, що найбільшим ефектом володіють бінарні схеми ПГУ з підведенням теплоти тільки в газову частину схеми.  2. Для використання внутрішньої регенерації температура відпрацьованих газів що після газової турбіни повинна бути на рівні 850–900 С. Для досягнення цього температура газів перед газовою турбіною повинна бути порядку 1400–1500 С. Газові турбіни з такою температурою в останні роки були розроблені ведучими світовими турбобудівними фірмами. Для застосування внутрішньої регенерації повинна бути істотно знижений ступінь стиску (з 1630 до 810), що спрощує газову турбіну і компресор.  3. Конвертовані гази містять великий відсоток водню, значно меншу кількість СО, невелику кількість СО2 і Н2О. При спалюванні цього газу в рівному по тепловому ефекті кількості з природним газом, утвориться значно менше вуглекислоти (на ~ 20 %) і, отже, внутрішня регенерація теплоти приводить в остаточному підсумку до меншого забруднення навколишнього середовища двоокисом вуглецю. Сумарна теплота згоряння конвертованих газів, що утворяться при паровій конверсії природного газу, на 2022 % вище, ніж теплота згоряння вхідного природного газу.  4. Розроблено схеми ГТУ і ПГУ, що використовують теплоту відпрацьованих у газовій турбіні газів для проведення конверсії природного газу, у яких поряд з електроенергією виробляється синтез-газ. Пропонуються схеми як з відпусткою отриманого синтезу-газу споживачу, так і з використанням цього газу в самій установці.  5. Розроблено методику розрахунку процесу конверсії природного газу, математичні моделі окремих елементів схем ГТУ і ПГУ, а також самих схем з відпусткою синтезу-газу споживачу і з використанням цього газу в тій установці, де він вироблений.  6. Для зіставлення показників ефективності розроблених установок з показниками традиційних схем був проведений розрахунок цих схем, у результаті якого було отримано, що максимальне значення електричного ККД ГТУ при початковій температурі газу 1400 0С дорівнює 38,5 %, а ПГУ — 56-58 %. На ККД ПГУ значний вплив робить утилізаційний паровий контур. Показано, що максимальний ККД виходить при виробленні в парогенераторі водяної пари трьох тисків. Однак, перехід від двох тисків до трьох дає підвищення ККД ПГУ усього на 0,18 % (абс.). Представляється, що це незначне підвищення не компенсує ускладнення конструкції парогенератора і парової турбіни, тому для подальшої роботи доцільно використовувати парогенератор двох тисків.  7. Для оцінки ефективності схем ГТУ і ПГУ з запропонованою внутрішньою регенерацією теплоти, у яких виробляється електроенергія і синтез-газ, використовується ексергетичний ККД, що враховує "транзит" ексергії метану який не прореагував.  8. Визначено вплив параметрів конверсії (температури, тиску, співвідношення вихідних речовин Н2О:СН4) на показники ГТУ і ПГУ з внутрішньою регенерацією теплоти. Якщо тиск конверсії заданий, то підвищення температури доцільно тільки доти, поки практично весь метан не вступить у реакцію. Подальше підвищення температури не тільки не підвищує, але навіть знижує КПД установки. Оптимальне співвідношення Н2О:СН4 знаходиться в інтервалі 1-2.  9. Для проведення процесу конверсії водяна пара може бути відібрана від парової турбіни чи вироблений у спеціальному парогенераторі, у якому спалюється частина конвертованого газу або використовується теплота продуктів згоряння ГТУ після конвертора метану. Максимальний ККД має ПГУ з внутрішньою регенерацією теплоти, коли пара для конверсії відбирається від парової турбіни.  10. При аналізі схеми ПГУ з відпусткою синтезу-газу споживачу було виявлено, що при температурі газу перед газовою турбіною 1400 0С с підвищенням тиску конверсії від 0,5 до 1,5 МПа (при Н2О:СН4=2) ексергетичний ККД росте від 76,3 % до 81,6 %. З ростом Н2О:СН4від 1 до 2,5 (при Рконв=1,5 МПа) ексергетичний ККД змінюється від 87,37 % до 76,1 %.  11. При аналізі схеми ПГУ з використанням синтез газу в тій же установці отримано, що ексергетичний ККД для цієї схеми на ~10 % менше, ніж попередньої. Вплив параметрів конверсії на ККД схеми ПГУ з використанням синтез газу в тій же установці такий же як вплив цих параметрів на ефективність схеми з відпусткою синтезу-газу.  12. Розрахунки схем ГТУ з внутрішньою регенерацією показали, що їх ексергетичний ККД нижче, ніж ККД ПГУ з внутрішньою регенерацією на ~ 15 % (абс.). Внутрішня регенерація з повним використанням отриманого синтезу-газу дозволяє підвищити ККД ГТУ на ~7 %. При відпустці синтезу-газу ККД значно вище. | |