



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 146689

(13) U

(51) МПК

H01M 8/10 (2016.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2020 06485**

(22) Дата подання заявки: **08.10.2020**

(24) Дата, з якої є чинними
права інтелектуальної
власності: **11.03.2021**

(46) Публікація відомостей
про державну
реєстрацію: **10.03.2021, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Сербін Сергій Іванович (UA),
Ващиленко Микола Віталійович (UA),
Чередніченко Олександр Костянтинівич
(UA),
Дайфен Чен (CN),
Ян Зонмін (CN)**

(73) Володілець (володільці):

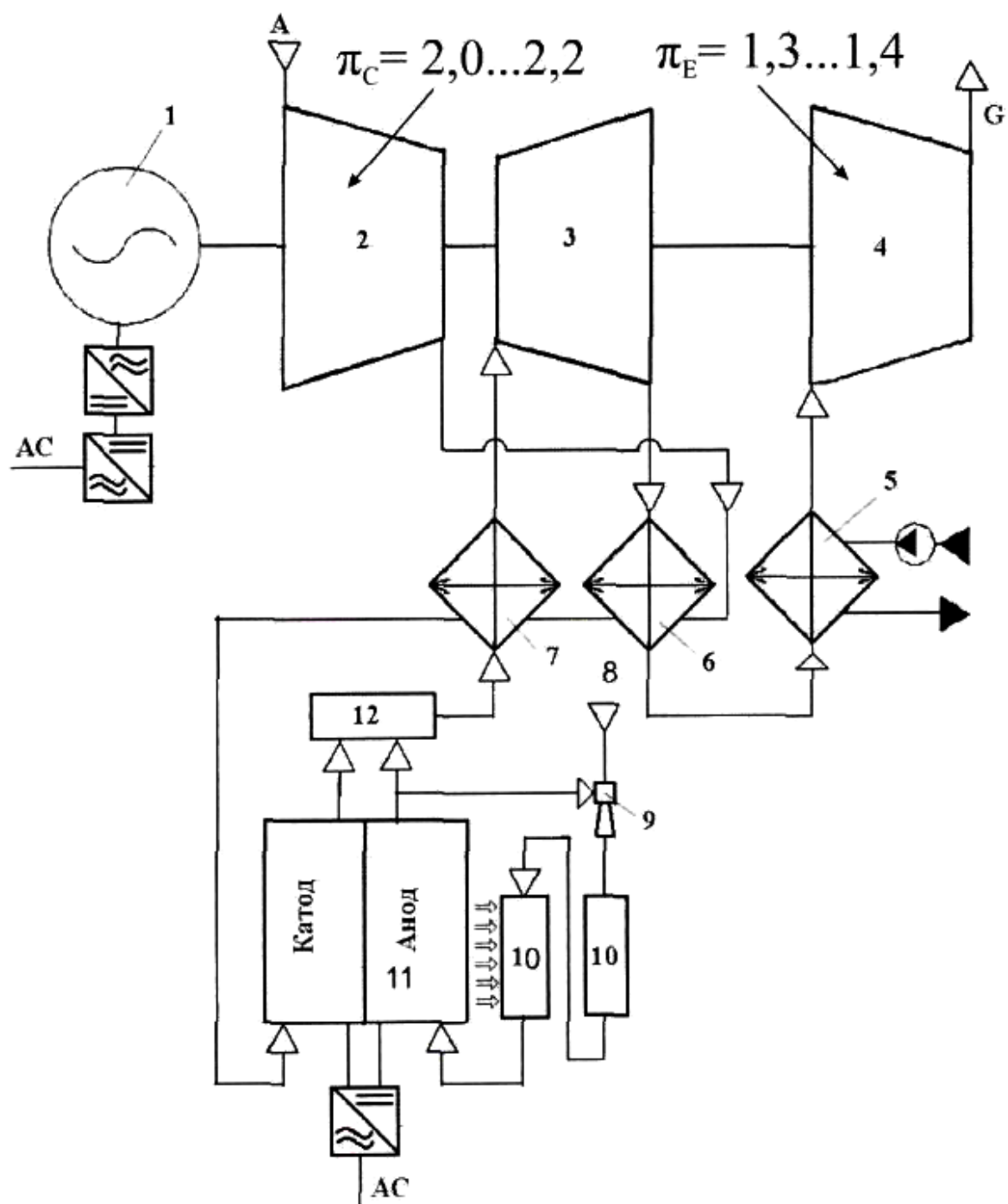
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА
МАКАРОВА,
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
(UA)**

(54) ГІБРИДНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ

(57) Реферат:

Гібридна енергоустановка на паливних елементах містить реактор-рифформер, стек твердооксидних паливних елементів, регенеративний газотурбінний двигун в складі турбокомпресорного блока, встановлених за турбіною газоохолоджувача та ексгаустера, регенеративних підігрівачів та камери згоряння, що сполучена з виходом зі стека твердооксидних паливних елементів. При цьому ступінь підвищення тиску повітря в компресорі приймається в діапазоні 2,0...2,2; ступінь підвищення тиску газу в ексгаустері - в діапазоні 1,3...1,4.

UA 146689 U



Корисна модель належить до галузі енергетики, зокрема до енергоустановок для вироблення електроенергії на основі паливних елементів, які використовують вуглеводневе паливо. Корисна модель може використовуватися у складі енергокомплексів різного призначення (електростанції різного призначення, наземний та водний транспорт та інше).

Відомо про схеми енергоустановок на паливних елементах, які містять підсистему підготовки та перероблення палива, до складу якої входить реактор-рифформер та теплообмінники, підсистему вироблення електроенергії з батареєю паливних елементів, яка складається з уніфікованих модулів, що містять стек твердооксидних паливних елементів (патент Сполучених Штатів Америки US 2008/0292922 A1, H01M 8/04, дата публікації 09.05.1995). Недоліком такого конструктивного виконання енергоустановок на паливних елементах є те, що в такій схемі не використовується потенціал суміші газів на виході з комірок стека твердооксидних паливних елементів.

З метою підвищення ефективності застосовується комбінація енергоустановки на паливних елементах та теплового двигуна, тобто гібридна установка. В установці такого типу використовується тепловий та енергетичний потенціал суміші газів на виході з комірок стека твердооксидних паливних елементів. Таким тепловим двигуном може бути газотурбінний двигун, як в патенті Сполучених Штатів Америки US 5413879, H01M 8/10, дата публікації 09.05.1995. Установка містить: реактор-рифформер, стек твердооксидних паливних елементів, регенеративний газотурбінний двигун в складі турбокомпресорного блока, регенеративні підігрівачі та камеру згоряння, яка сполучена з виходом зі стека твердооксидних паливних елементів. Конструкція дозволяє використовувати тепловий та енергетичний потенціал суміші газів на виході з комірок стека твердооксидних паливних елементів, але реалізація такого циклу потребує підвищеного тиску в реакторі-рифформері. Це зменшує коефіцієнт корисної дії енергоустановки, що пов'язано з необхідністю забезпечувати підвищену величину тиску в реакторі-рифформері. Підвищення тиску призводить до необхідності підвищення температури процесу для ефективної конверсії базового вуглеводневого палива, що потребує додаткових енергозатрат та стримується характеристиками існуючих матеріалів.

Як найближчий аналог вибрана гібридна установка на паливних елементах (ГІБРИДНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ, Патент на корисну модель 143277, H01M 8/10, дата подання 27.11.2019, дата публікації 27.07.2020, бюл. № 14). Установка містить: реактор-рифформер, стек твердооксидних паливних елементів, регенеративний газотурбінний двигун в складі турбокомпресорного блока та встановлених за турбіною газоохолоджувача та ексгаустера, регенеративних підігрівачів та камери згоряння, що сполучена з виходом зі стека твердооксидних паливних елементів.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення гібридної енергоустановки на паливних елементах за рахунок підвищення ефективності вироблення електроенергії.

Поставлена задача вирішується шляхом призначення діапазонів оптимальних значень для наступних параметрів газотурбінного двигуна: ступеня підвищення тиску повітря в компресорі в діапазоні 2,0...2,2; ступеня підвищення тиску газу в ексгаустері в діапазоні 1,3...1,4. За рахунок призначення діапазонів оптимальних значень вищевказаних параметрів забезпечується приріст ККД вироблення електроенергії до 19 % для типового діапазону температури газу перед турбіною двигуна 1050...1090 K.

Для розв'язання поставленої задачі:

гібридна енергоустановка на паливних елементах відрізняється тим, що ступінь підвищення тиску повітря в компресорі приймається в діапазоні 2,0...2,2; ступінь підвищення тиску газу в ексгаустері - в діапазоні 1,3...1,4. Таке конструктивне виконання надає можливість знизити до мінімальних значень (не більш 0,18...0,20 МПа) величину тиску в корпусі стека та узгодити одночасний вплив на параметри ефективності установки ступеня підвищення тиску повітря в компресорі та ступеня підвищення тиску газу в ексгаустері шляхом призначення оптимальних значень цих параметрів, за рахунок чого досягається підвищення коефіцієнта корисної дії вироблення електроенергії.

Шляхом математичного моделювання встановлено, що призначення діапазонів оптимальних значень параметрів газотурбінного двигуна, а саме ступеня підвищення тиску повітря в компресорі в діапазоні 2,0...2,2; ступеня підвищення тиску газу в ексгаустері в діапазоні 1,3...1,4 надає можливість підвищення коефіцієнта корисної дії вироблення електроенергії до 19 %. На кресленні зображено загальну схему гібридної енергоустановки на паливних елементах.

Гібридна енергоустановка на паливних елементах складається з регенеративного газотурбогенератора з перерозширенням, до складу якого входять електричний генератор 1, компресор 2, турбіна 3 та ексгаустер 4. Ступінь підвищення тиску повітря в компресорі

приймається в діапазоні 2,0...2,2; ступінь підвищення тиску газу в ексгаустері - в діапазоні 1,3...1,4. Крім того, до складу енергоустановки включені теплообмінники: газоохолоджувач 5 та два регенеративні підігрівачі - повітронагрівач 6 та повітроперегрівач 7. Трубопровід 8, призначений для підведення базового вуглеводневого палива, сполучається з ежектором 9, який, в свою чергу, сполучається з першою секцією двосекційного реактора-риформера 10. Друга секція реактора-риформера 10 з'єднана зі входом в аноди комірок твердооксидних паливних елементів стека 11. Вихід зі стека 11 поєднаний з камерою згоряння 12. Гібридна енергоустановка на паливних елементах працює таким чином.

Базове вуглеводневе паливо з трубопроводу 8 за допомогою ежектора 9 подається до двосекційного реактора-риформера 10. Тиск процесів конверсії палива в реакторі 10 визначається тиском в камері згоряння 12. Далі продукти конверсії надходять до входу в аноди твердооксидних паливних елементів стека 11. Атмосферне повітря компресором 2 стискується до розрахункового значення та подається до регенеративного повітропідігрівача 6, в якому воно попередньо нагрівається відпрацьованими газами турбіни 3, яка обертає компресор 2, ексгаустер 4, а надлишок потужності віддає на електрогенератор 1. Після повітропідігрівача 6 повітря надходить до повітроперегрівача 7, де перегрівається до заданої температури на вході в катоди твердооксидних паливних елементів стека 11 газами, які відходять з камери згоряння 12. Паливом для камери згоряння 12 служить суміш газів на виході з анодів комірок твердооксидних паливних елементів стека 11, яка спалюється в збідненому за киснем повітрі, що надходить в камеру згоряння з виходу катодів комірок твердооксидних паливних елементів стека 11, який виробляє електричну енергію. Охолоджені до визначеної температури продукти спалювання після повітроперегрівача 7 надходять в турбіну 3, де розширюються до тиску, який суттєво нижче атмосферного. Рівень цього тиску визначається прийнятим значенням ступеня підвищення тиску ексгаустера 4. Далі гази після турбіни 3 проходять по каналах газової сторони теплообмінної матриці регенеративного повітропідігрівача 6 та надходять до газоохолоджувача 5, де охолоджуються до розрахункового значення температури. Охолоджені гази стискаються в ексгаустері 4 та викидаються в атмосферу.

Конструкція дозволяє знизити величину тиску в реакторі-риформері 10 та відповідно в корпусі стека 11 до мінімальних значень, не більш 0,18...0,20 МПа. Математичне моделювання процесів показує, що при таких параметрах циклу ККД установки може бути підвищений до 19 %.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Гібридна енергоустановка на паливних елементах, яка містить реактор-риформер, стек твердооксидних паливних елементів, регенеративний газотурбінний двигун в складі турбокомпресорного блока, встановлених за турбіною газоохолоджувача та ексгаустера, регенеративних підігрівачів та камери згоряння, що сполучена з виходом зі стека твердооксидних паливних елементів, яка **відрізняється** тим, що ступінь підвищення тиску повітря в компресорі приймається в діапазоні 2,0...2,2; ступінь підвищення тиску газу в ексгаустері - в діапазоні 1,3...1,4.

