



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17390 (13) A

(51)6 F 01 K 21/04

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) ПАРОГАЗОТУРБІННА УСТАНОВКА СКЛАДНОГО ВІДКРИТОГО ЦИКЛУ

1

(21) 95083619

(22) 01.08.95

(24) 15.04.97

(46) 31.10.97. Бюл. № 5

(47) 15.04.97

(72) Фролов Сергій Дмитрович, Сманцер Валерій Володимирович, Селіванов Вадим Григорович, Костенко Павло Петрович, Лось Віктор Юрьевич

(73) Харківський авіаційний інститут (UA)

(57) Парогазотурбинная установка сложного открытого цикла, содержащая компрессор низкого давления, контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха, компрессор высокого давления, камеру сгорания, турбины высокого, среднего и низкого давления с приводным энергоблоком, например, с электрогенератором, котел-утилизатор, систему очистки и подачи воды, нагнетающий насос, причем котел-утилизатор с помощью газопровода подсоединен к турбине низкого давления, а с помощью паро-

2

провода к камере сгорания, отличающаяся тем, что она снабжена контактным конденсатором-сепаратором с выхлопными патрубками, скруббером-охладителем, перекачивающим насосом, системой подпитки водой, дополнительно газопроводом и водопроводами, причем контактный конденсатор связан газопроводом с котлом-утилизатором, система очистки и подачи воды через нагнетающий насос соединена водопроводами параллельно с котлом-утилизатором и контактным теплообменником промежуточного охлаждения воздуха, выход из контактного конденсатора-сепаратора соединен водопроводом со входом в скруббер-охладитель, а выход из последнего через перекачивающий насос соединен водопроводами параллельно с контактным конденсатором-сепаратором и системой очистки и подачи воды, а система подпитки водой подключена ко входу в перекачивающий насос.

Изобретение относится к области энергетики, в частности к газотурбинным энергетическим установкам с впрыском воды или пара в рабочий тракт.

Известна парогазотурбинная установка, в которой водяной перегретый пар, полученный в парогенераторе, утилизирующем теплоту выхлопных газов, вводится в воздушный поток в кольцевых полостях вокруг

камеры сгорания (Cheng D.Y. Regenerative Parallel Compound Dual-Fluid Heat Engine. Patent USA No. 4248039, Feb. 9, 1981). Подача пара воды вместе с воздухом в камеру сгорания приводит к резкому (на 50%) снижению содержания оксида азота в выхлопных газах. Увеличение массы рабочего тела на турбине и его теплоемкости приводит к возрастанию мощности установки. Недостатком известной конструкции является от-

(19) UA (11) 17390

(13)

A

существование устройства для регенерации воды из выхлопных газов.

Наиболее близким техническим решением по назначению, технической сущности и достигнутому результату является парогазотурбинная установка сложного открытого цикла, выбранная в качестве прототипа, содержащая компрессор низкого давления, прямоточный испарительный контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха с впрыском воды, компрессор высокого давления, камеру сгорания, отдельные турбины высокого, среднего и низкого давления, причем последняя с приводным энергоблоком, например, с электрогенератором, котел-утилизатор, в котором тепло выхлопных газов используется для получения перегретого водяного пара, причем последний направляется в камеру сгорания и подмешивается к газу перед турбинами высокого, среднего и низкого давления, а также системы очистки и подачи воды в котел-утилизатор (Такзя, Ясун. Характеристики встроенной парогазовой установки на базе ГТУ с промподогревом // Современное машиностроение. Сер. А. № 4, 1989, с. 11-26).

Недостатком известного устройства является отсутствие агрегата для регенерации воды из выхлопных газов, что при общем расходе воды в известном устройстве, равном 100 кг/с, создает проблему питания устройства водой и ее подготовки (очистки), учитывая круглосуточный режим работы парогазотурбинной установки.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования парогазотурбинной установки сложного открытого цикла, в которой путем конденсации из выхлопных газов обеспечивается возврат использованной воды и тем самым снимается проблема питания установки водой. При этом появляется возможность извлечения из выхлопных газов вредных продуктов сгорания путем контактной конденсации пара из выхлопных газов дополнительно к уменьшению вредных выбросов за счет подачи водяного пара в камеру сгорания.

Поставленная задача решается тем, что парогазотурбинная установка сложного открытого цикла, содержащая компрессор низкого давления, контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха, компрессор высокого давления, камеру сгорания, турбины высокого, среднего и низкого давления с приводным энергоблоком, например, с электрогенератором, систему очистки и подачи воды, котел-утилизатор, нагнетающий насос, причем котел-утилизатор с помощью газопровода подсоединен к турбине низкого давления, а с помощью па-

ропровода к камере сгорания, согласно изобретению снабжена контактным конденсатором-сепаратором с выхлопными патрубками, скруббером охладителем, перекачивающим насосом, системой подпитки водой, дополнительно газопроводом и водопроводами, причем контактный конденсатор-сепаратор связан газопроводом с котлом-утилизатором, система очистки и подачи воды через нагнетающий насос соединена водопроводами параллельно с котлом-утилизатором и контактным теплообменником промежуточного охлаждения воздуха, выход из контактного конденсатора-сепаратора соединен водопроводом со входом в скруббер-охладитель, а выход из последнего через перекачивающий насос соединен водопроводами параллельно с контактным конденсатором-сепаратором и системой очистки и подачи воды, а система подпитки водой подключена ко входу в перекачивающий насос.

В контактном конденсаторе-сепараторе производится выделение жидкости из выхлопных газов и сбор ее, затем в скруббер-охладителе происходит дальнейшее охлаждение этой воды, откуда вода поступает на питание контактного теплообменника промежуточного охлаждения, котла-утилизатора и контактного конденсатора-сепаратора. Поскольку в этой воде имеются примеси вредных продуктов сгорания для их извлечения введена система очистки воды, а так как всю воду из выхлопных газов извлечь невозможно, необходима система подпитки установки водой.

Сущность изобретения поясняется схемой парогазотурбинной установки сложного открытого цикла, представленной на чертеже.

Парогазотурбинная установка содержит расположенные последовательно по газовому тракту компрессор низкого давления 1, контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха 2, компрессор высокого давления 3, камеру сгорания 4, турбины высокого 5, среднего 6, низкого давления 7, соединенную общим валом с энергоблоком 8, котел-утилизатор 9. Установка содержит также последовательно размещенные по пароводяному тракту контактный конденсатор-сепаратор 10 с выхлопными патрубками 11, скруббер-охладитель 12, перекачивающий насос 13, систему очистки воды 14, систему подпитки водой 15, нагнетающий насос 16, параллельно соединенные трубопроводами контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха 2 и котел-утилизатор 9. Турбина низкого давления 7 соединена газопроводом 17 с котлом-

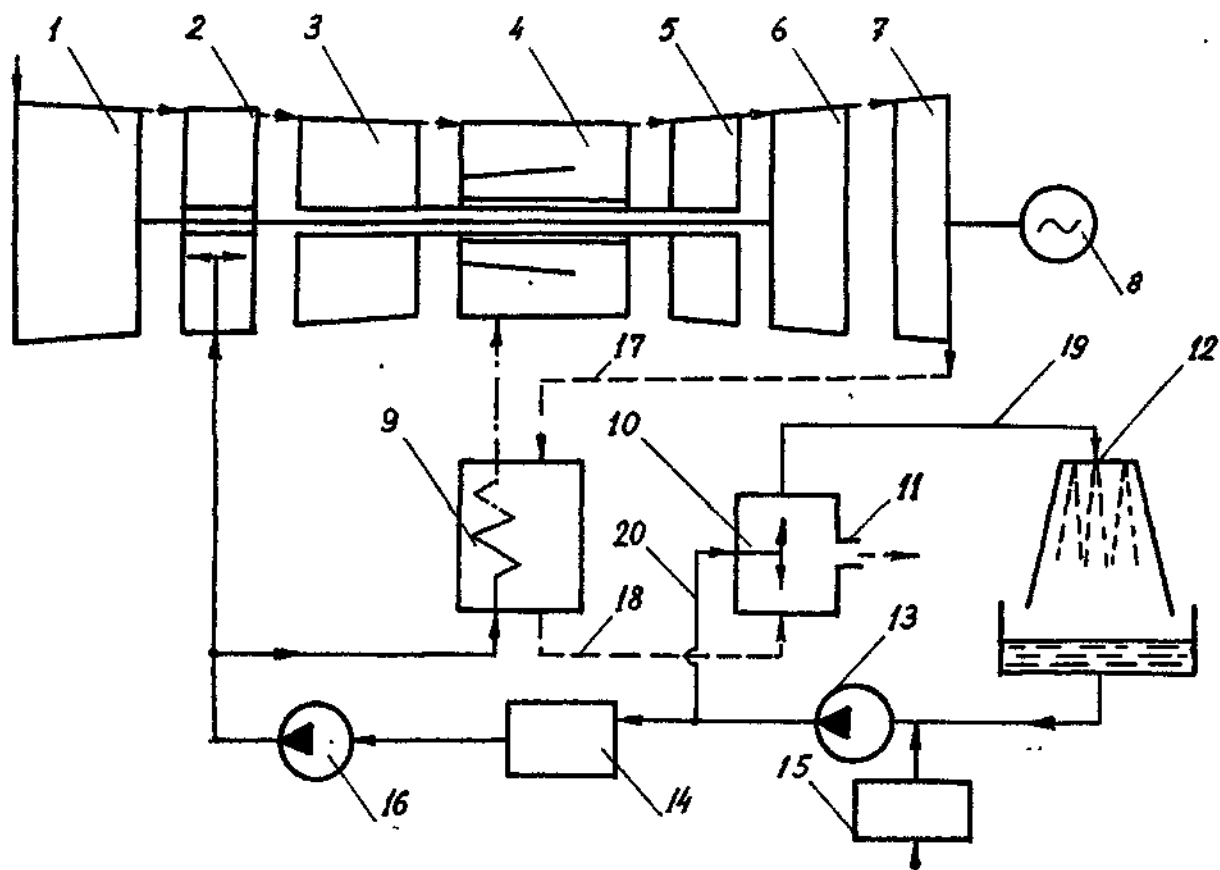
утилизатором 9, а последний связан с контактным конденсатором-сепаратором 10 газопроводом 18. Контактный конденсатор-сепаратор 10 соединен со скруббером-охладителем 12 водопроводом подачи воды 19 с одной стороны и через перекачивающий насос 13 водопроводом откачки воды 20 – с другой стороны. Параллельно скруббер-охладитель 12 связан с системой очистки воды 14. Система подпитки водой 15 соединена водопроводом с перекачивающим насосом 15.

Парогазотурбинная установка сложного открытого цикла работает следующим образом.

Воздух сжимается в компрессоре низкого давления 1, проходит через теплообменник промежуточного охлаждения 2, где охлаждается за счет испарения разбрызгиваемой к нему воды. При этом используется теплота, накопленная воздухом при его сжатии. Далее охлажденный воздух попадает в компрессор высокого давления 3, в котором на его дальнейшее сжатие тратится гораздо меньше энергии, чем расходовалось бы, если бы воздух не был охлажден. Затем паровоздушная смесь подается в камеру сгорания 4, где благодаря каталитическому влиянию водяного пара при сгорании топлива выделяется гораздо меньше оксидов азота, чем при горении только в воздухе. Во внешний контур камеры сгорания 4 подается перегретый в котле-утилизаторе 9 водяной пар и за счет увеличения массы рабочего тела и его теплоемкости повышается мощность турбин 5, 6, 7, куда смесь продуктов сгорания и водяного пара поступает из камеры сгорания 4. После турбины низкого давления 7 эта смесь направляется по газопроводу 17 в котел-утилизатор 9, где теплота газов используется для испарения воды и перегрева пара, направляемого далее во внешний контур камеры сгорания 4. Из котла-утилизатора 9 парогазовая смесь по газопроводу 18 поступает в контактный конденсатор-сепаратор 10, где пар конденсируется на струях и каплях воды и отделяется от выхлопных газов, которые уходят в атмосферу через патрубки 11. Конденсат в контактном конденсаторе-сепараторе 10 перемешивается с охлаждающей водой и по водопроводу 19 поступает в скруббер-охладитель 12, где разбрызгивается и охлаждается атмосферным воздухом. Далее вода собирается в поддоне скруббера-охладителя 12, откуда откачивается насосом 13 и подается частично по водопроводу 20 в

контактный конденсатор-сепаратор 10 для охлаждения выхлопной парогазовой смеси и конденсации из нее паров воды, а частично – в систему очистки и подачи воды 14. Поскольку часть воды не удается извлечь из выхлопных газов в конденсаторе-сепараторе 10 и она безвозвратно уходит с этими газами в атмосферу, необходима постоянная подпитка парогазотурбинной установки свежей водой. Эту задачу выполняет система подпитки водой 15, из которой вода подается на вход в перекачивающий насос 13. Далее нагнетающим насосом 16 вода направляется в контактный теплообменник промежуточного охлаждения воздуха 2, где разбрызгивается и испаряется в воздухе, сжатом в компрессоре низкого давления 1, и параллельно – в котел-утилизатор 9, где превращается в перегретый пар, для чего используется теплота поступающих туда же из турбины низкого давления 7 выхлопных газов. Затем перегретый пар поступает во внешний контур камеры сгорания 4, где смешивается с газообразными продуктами сгорания и далее поступает последовательно в турбины высокого 5, среднего 6 и низкого давления 7.

Обычно в контактных конденсаторах-сепараторах из парогазовой смеси удается извлечь 85–90% влаги, 3–5% влаги теряется за счет испарения в скруббере-охладителе. Таким образом введение в состав парогазотурбинной установки контактного конденсатора-сепаратора и скруббера-охладителя позволяет вернуть в оборот 80–85% воды, используемой для повышения ее мощности и чистоты выхлопа и тем самым устранить весьма острую проблему питания таких установок водой, особенно в безводных районах. Кроме снижения выброса в атмосферу вредных продуктов сгорания за счет ввода водяного пара в камеру сгорания, контактный конденсатор-сепаратор служит дополнительным агрегатом мокрой очистки выхлопных газов. Значение такого усовершенствования парогазотурбинной установки сложного открытого цикла определяется тем, что за счет ввода воды в воздушный тракт парогазотурбинной установки в количестве до 30% от расхода воздуха мощность установки повышается на 55%, а ее коэффициент полезного действия на 23%, что приводит к уменьшению удельного расхода топлива в 1,9 раза. Количество вредных оксидов азота в выхлопных газах снижается вдвое.



Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор О.Обручар

Замовлення 4230

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101