

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **4850**

(13) **C1**

(51)⁷ **F 02C 7/00,**
F 25B 29/00

(54)

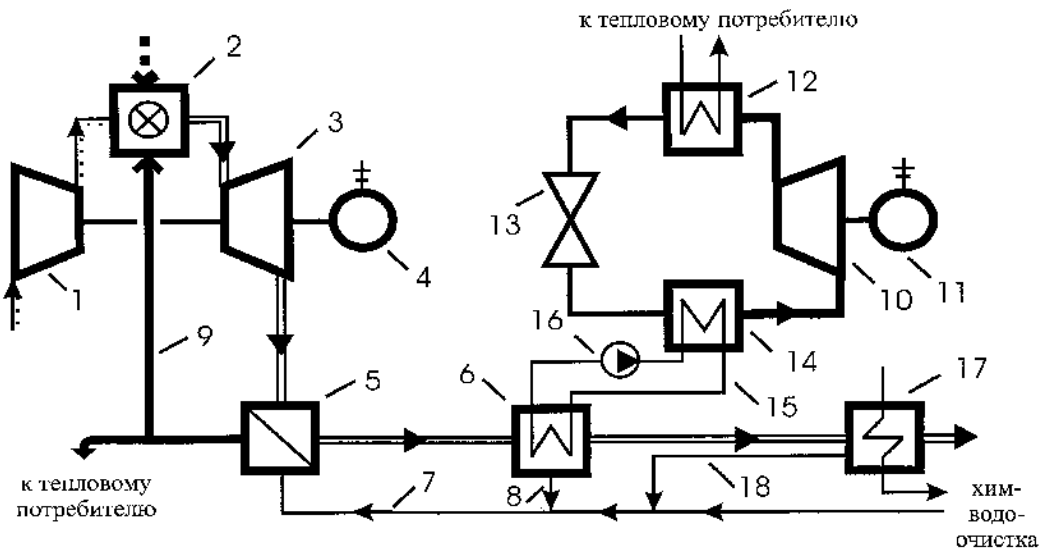
КОМБИНИРОВАННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

(21) Номер заявки: а 19981052
(22) 1998.11.20
(46) 2002.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный
технический университет (ВУ)
(72) Авторы: Качан А.Д., Седнин В.А., Качан
С.А. (ВУ)
(73) Патентообладатель: Белорусский национальный
технический университет (ВУ)

(57)

Комбинированная энергетическая установка, содержащая воздушный компрессор, камеру сгорания, газовую турбину с приводимым от нее электрогенератором, котел-утилизатор и конденсатор водяных паров, последовательно установленные в выхлопном тракте газовой турбины, и контур, включающий компрессор с электродвигателем, конденсатор, дроссельный клапан и испаритель, который присоединен к конденсатору водяных паров посредством промежуточного водяного контура, при этом вход пароводяного тракта котла-утилизатора соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров, а выход - с камерой сгорания, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит подогреватель сырой воды, установленный в выхлопном тракте газовой турбины за конденсатором водяных паров, при этом патрубок отвода конденсата из подогревателя сырой воды соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров.



(56)

US 4128994 A, 1978.
Андрющенко А.И., Лапшов В.Н. Парогазовые установки электростанций. - М.-Л.: Энергия, 1965. - С. 197-198.
SU 305327 A, 1971.
SU 724786 A, 1980.
SU 1067308 A, 1984.
RU 2046198 C1, 1995.
JP 61135940 A, 1986.

ВУ 4850 C1

BY 4850 C1

US 4282708 A, 1981.

US 4841721 A, 1989.

Изобретение относится к области теплоэнергетики и может быть использовано на парогазовых электростанциях, применяющих впрыск пара в газовый тракт, для повышения их экономической эффективности.

В настоящее время парогазовые установки с впрыском водяного пара в камеру сгорания рассматриваются как один из наиболее эффективных путей развития энергетики. Энергетический впрыск пара позволяет при высокой тепловой экономичности снижать удельную стоимость установок, повышать эффективность работы теплофикационных парогазовых установок при частичных тепловых нагрузках, а также обеспечивает получение пиковой мощности. При этом впрыск пара в камеру сгорания приводит к улучшению экологических характеристик установок вследствие снижения выбросов оксидов азота.

Известны схемы парогазовых установок с впрыском водяного пара [1], которые содержат воздушный компрессор, камеру сгорания, газовую турбину с электрогенератором и котел-утилизатор, установленный в выхлопном тракте газовой турбины. При этом пар, вырабатываемый в котле-утилизаторе за счет охлаждения газов, подается на впрыск в камеру сгорания. Основным недостатком подобных установок - потери химически очищенной воды и теплоты с паром в уходящих газах.

Известна также схема парогазовой установки, работающая с впрыском пара [2], в составе воздушного компрессора, камеры сгорания, газовой турбины с электрогенератором и последовательно установленных в газовом тракте за газовой турбиной котла-утилизатора и конденсатора водяных паров. При этом вход пароводяного тракта котла-утилизатора соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров, а выход - с камерой сгорания. Образующийся в конденсаторе водяных паров конденсат вместе с необходимой подпиткой воды из химводоочистки подается на впрыск в камеру сгорания. В данной схеме достигается сохранение воды как физической субстанции, однако недостатком ее является применение для конденсации водяного пара в качестве охлаждающей жидкости холодной циркуляционной воды, не использующей теплоты конденсации.

Наиболее близкой к предлагаемой является комбинированная энергетическая установка [3], содержащая воздушный компрессор, камеру сгорания и газовую турбину с приводимым от нее электрогенератором, последовательно установленные в выхлопном тракте газовой турбины котел-утилизатор и конденсатор водяных паров, при этом вход пароводяного тракта котла-утилизатора соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров, а выход - с камерой сгорания, и снабженная контуром теплонасосной установки с компрессором с электродвигателем, конденсатором, дроссельным вентиляем и испарителем, при этом последний присоединен к конденсатору водяных паров посредством промежуточного водяного контура.

При использовании теплонасосной установки происходит глубокое охлаждение воды в промежуточном водяном контуре, что обеспечивает надежную конденсацию водяных паров в конденсаторе водяных паров. Образующийся здесь конденсат вместе с необходимой подпиткой химочищенной воды подается в котел-утилизатор. В то же самое время теплота конденсации водяного пара и физическая теплота газов, аккумулированная в процессе испарения в испарителе низкокипящей жидкостью, после повышения ее температурного уровня в процессе сжатия в компрессоре передается в конденсаторе тепловому потребителю. Например, эта теплота может использоваться для нагрева сетевой воды.

Таким образом, в данной схеме не только исключаются потери химически очищенной воды, но также возможно полезное использование теплоты конденсации водяных паров. Однако для теплофикационных систем с ограниченным уровнем тепловых нагрузок применение такой схемы может оказаться термодинамически невыгодным, так как при вытеснении тепловой нагрузки парогазовой установки, отпускаемой от котла-утилизатора, за счет теплоты, получаемой в конденсаторе контура теплонасосной установки, мощность парогазовой турбины и ее экономичность будут снижаться и, следовательно, будет снижаться возможная экономия топлива в энергосистеме. Кроме того, при поддержании требуемой для глубокой конденсации водяного пара низкой температуры в испарителе теплонасосной установки увеличиваются затраты энергии в компрессоре, необходимые для получения заданной тепловой мощности в конденсаторе, и использование теплонасосной установки для реально существующих условий эксплуатации комбинированной энергетической установки может оказаться экономически невыгодным.

Задача, решаемая изобретением, - повышение экономической эффективности и расширение области применения парогазовых комбинированных установок, работающих с впрыском пара.

Для решения поставленной задачи комбинированная энергетическая установка, содержащая воздушный компрессор, камеру сгорания, газовую турбину с приводимым от нее электрогенератором, котел-утилизатор и конденсатор водяных паров, последовательно установленные в выхлопном тракте газовой турбины, и контур, включающий компрессор с электродвигателем, конденсатор, дроссельный вентиль и испаритель, который присоединен к конденсатору водяных паров посредством промежуточного водяного контура, при этом вход пароводяного тракта котла-утилизатора соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров, а выход - с камерой сгорания, дополнена подогревателем сырой воды, установленным в выхлопном

BY 4850 C1

тракте газовой турбины за конденсатором водяных паров, при этом патрубок отвода конденсата из подогревателя сырой воды соединен с патрубком отвода конденсата из конденсатора водяных паров.

Введением подогревателя сырой воды достигается ограничение тепловой мощности конденсатора водяных паров при сохранении полноты конденсации водяного пара из парогазовой смеси, покидающей газовую турбину, и утилизации выделяющейся при этом теплоты. Одновременно повышается температура газов за конденсатором водяных паров и, следовательно, температурный уровень воды в промежуточном водяном контуре и температура испарения в испарителе теплонасосной установки. Последнее приводит к увеличению коэффициента преобразования энергии в теплонасосной установке и экономичности ее использования.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где приведена принципиальная схема предлагаемой комбинированной энергетической установки.

Установка включает воздушный компрессор 1, камеру сгорания 2, газовую турбину 3 с приводимым от нее электрогенератором 4, котел-утилизатор 5 и конденсатор водяных паров 6, последовательно установленные в выхлопном тракте газовой турбины 3, и контур, включающий компрессор 10 с электродвигателем 11, конденсатор 12, дроссельный вентиль 13 и испаритель 14, который присоединен к конденсатору водяных паров 6 посредством промежуточного водяного контура 15 с насосом 16, при этом вход пароводяного тракта 7 котла-утилизатора 5 соединен с патрубком отвода конденсата 8 из конденсатора водяных паров 6, а выход 9 - с камерой сгорания 2. Дополнительно установка содержит подогреватель сырой воды 17, установленный в выхлопном тракте газовой турбины 3 за конденсатором водяных паров 6, при этом патрубок отвода конденсата 18 из подогревателя сырой воды 17 соединен с патрубком отвода конденсата 8 из конденсатора водяных паров 6.

Работа установки осуществляется следующим образом.

Атмосферный воздух подается воздушным компрессором 1 в камеру сгорания 2, где происходит непрерывный процесс горения топлива в среде смеси воздуха и водяного пара, подводимого из котла-утилизатора 5. Мощность газовой турбины 3, которая может быть выполнена как одно-, так и многосильной, обеспечивает привод воздушного компрессора 1 и выработку электроэнергии в электрогенераторе 4.

Смесь продуктов сгорания и водяного пара, отработав в газовой турбине 3, отдает затем тепло в котле-утилизаторе 5 на выработку пара одного или нескольких давлений. Последний частично подается на впрыск в камеру сгорания 2, а частично отдается тепловому потребителю. При этом водяной пар может подаваться исключительно в зону горения топлива в камере сгорания 2, способствуя подавлению образования оксидов азота, так и дополнительно на выходе из камеры сгорания 2 для форсирования мощности установки, а также непосредственно в проточную часть газовой турбины 3 для охлаждения ее высокотемпературных элементов.

Дальнейшее охлаждение газов и конденсация водяных паров осуществляется в конденсаторе водяных паров 6.

Температура рабочего тела контура, аккумулировавшего в процессе парообразования в испарителе 14 физическую теплоту газов и теплоту конденсации водяных паров, повышается в процессе его сжатия компрессором 10, приводимым от электродвигателя 11. Далее в конденсаторе 12 теплоноситель контура отдает тепло тепловому потребителю. Например, эта теплота может использоваться для нагрева сетевой воды, которую при необходимости можно догревать до требуемой температуры в котле-утилизаторе 5.

Недоохлажденные газы, содержащие еще некоторое количество водяного пара, поступают в подогреватель сырой воды 17. Здесь по мере их охлаждения происходит еще более глубокая конденсация водяного пара.

Образующийся в конденсаторе водяных паров 6 и подогревателе сырой воды 17 конденсат вместе с необходимой подпиткой химочищенной воды подается в котел-утилизатор 5, а нагретая сырая вода - на химическую доочистку.

Источники информации:

1. Андрищенко А.И. и др. Парогазовые установки электростанций. - М.-Л.: Энергия, 1965. - С. 197-198.
2. А.с. СССР 724786, 1980.
3. Патент США 128994, 1978.