

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7509

(13) С1

(46) 2005.12.30

(51)⁷ F 01K 17/00, 13/00,
23/06, F 17D 1/04

(54) ТЕПЛОВАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ С ПАРОТУРБИННОЙ И ГАЗОТУРБОДЕТАНДЕРНОЙ УСТАНОВКАМИ

(21) Номер заявки: а 20020289

(22) 2002.04.09

(43) 2003.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Шкода Вадим Николаевич;
Шкода Артем Николаевич; Шкода
Николай Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) Степанец А.А. // Энергетик. - 1999. - № 4. - С. 2.

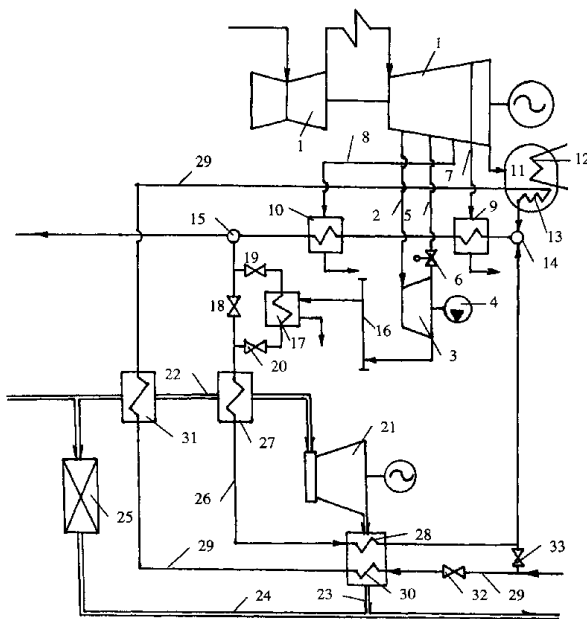
Степанец А.А. Энергосберегающие турбодетандерные установки. - М.: Недра, 1999. - С. 10-11.

RU 2098713 C1, 1997.

SU 1086194 A, 1984.

(57)

1. Тепловая электрическая станция с паротурбинной и газотурбодетандерной установками, содержащая главную паровую турбину с теплофикационными отборами пара, подключенными к сетевым подогревателям, газопровод с газораспределительным пунктом, турбодетандер, газопровод для подвода газа к турбодетандеру, газопровод для отвода газа от турбодетандера, газовойдяной теплообменник для подогрева газа прямой сетевой водой на входе газопровода в турбодетандер, паровойдяной теплообменник для повышенного подогрева прямой сетевой воды, поступающей в газовойдяной теплообменник, трубопроводы прямой и обратной сетевой воды, отличающаяся тем, что содержит два дополнительных газовойдяных теплообменника для подогрева газа, один из которых включен в газопровод



ВУ 7509 С1 2005.12.30

ВУ 7509 С1 2005.12.30

по ходу газа перед теплообменником для подогрева газа прямой сетевой водой на входе в турбодетандер, а второй газовой теплообменник - на выходе из турбодетандера, причем оба газовой теплообменника подключены в линию трубопровода обратной сетевой воды; газовой подогреватель газа прямой сетевой водой, включенный в линию трубопровода прямой сетевой воды после теплообменника для подогрева газа прямой сетевой водой на входе в турбодетандер и включенный в газопровод на выходе из турбодетандера; приводную паровую турбину питательного насоса входом и первым выходом подключенную к главной паровой турбине, а вторым выходом - к пароводяному теплообменнику, конденсатор с основным и встроенным трубным пучком, при этом встроенный трубный пучок конденсатора включен в линию трубопровода обратной сетевой воды после дополнительных газовой теплообменников для подогрева газа обратной сетевой водой по ходу сетевой воды.

2. Станция по п. 1, **отличающаяся** тем, что на линии отвода пара от приводной паровой турбины питательного насоса в главную паровую турбину установлен регулирующий клапан.

Изобретение относится к области энергетики, в частности к энергетическим установкам, утилизирующим энергию избыточного давления газа на газораспределительных подстанциях (пунктах) тепловых электростанций с паровыми турбинами с отборами пара на нужды теплофикации.

Известны тепловые электрические станции с паротурбинной и газотурбинной установками с подогревателями газа перед турбодетандером и после турбодетандера [1].

Недостатком таких установок является недостаточная температура подогрева газа, что снижает мощность турбодетандера и экономичность выработки электроэнергии.

Наиболее близкой по технической сущности и достигаемому результату к заявленной является тепловая электрическая станция с паротурбинной и газотурбинной установками с газовой подогревателем газа, в котором в качестве греющего теплоносителя используется прямая сетевая вода повышенной температуры, подогретая в дополнительной пиковой ступени пароводяного подогревателя, питаемого паром из отдельного отбора турбины или общестанционного коллектора пара 1,0-1,3 МПа и подключенного к этому отбору или коллектору, причем температура подогрева газа в газовой подогревателях регулируется изменением расхода сетевой воды [2].

Недостатком такой установки является низкая эффективность подогрева газа, связанная со снижением теплофикационной выработки электроэнергии высокопотенциальными отборами пара турбины, используемыми для приготовления греющего теплоносителя для газовой теплообменников.

Задачей данного изобретения является повышение экономичности за счет снижения давления пара, греющего сетевую воду - теплоносителя для газопаровых теплообменников и увеличения на этой основе удельной теплофикационной выработки электроэнергии, создание возможности использования встроенных в конденсатор трубных теплофикационных пучков при охлаждении их обратной сетевой водой пониженной температуры.

Эта задача достигается тем, что в тепловой электрической станции с паротурбинной и газотурбодетандерной установками, содержащей главную паровую турбину с теплофикационными отборами пара, подключенными к сетевым подогревателям, газопровод с газораспределительным пунктом, турбодетандер, газопровод для подвода газа к турбодетандеру, газопровод для отвода газа от турбодетандера, газовой теплообменник для подогрева газа прямой сетевой водой на входе газопровода в турбодетандер, пароводяной теплообменник для повышенного подогрева прямой сетевой воды, поступающей в газовой теплообменник, трубопроводы прямой и обратной сетевой воды установлены два дополнительных газовой теплообменника для подогрева газа, один из которых включен в

ВУ 7509 С1 2005.12.30

газопровод по ходу газа перед теплообменником для подогрева газа прямой сетевой водой на входе в турбодетандер, а второй газовой теплообменник - на выходе из турбодетандера, причем оба газовой теплообменника подключены в линию трубопровода обратной сетевой воды; газовой подогреватель газа прямой сетевой водой, включенный в линию трубопровода прямой сетевой воды после теплообменника для подогрева газа прямой сетевой водой на входе в турбодетандер и включенной в газопровод на выходе из турбодетандера; приводную паровую турбину питательного насоса, на линии отвода пара от которой в главную паровую турбину установлен регулирующий клапан, входом и первым выходом подключенную к главной паровой турбине, а вторым выходом - к пароводяному теплообменнику, конденсатор с основным и встроенным трубным пучком, при этом встроенный трубный пучок конденсатора включен в линию трубопровода обратной сетевой воды после дополнительных газовой теплообменников для подогрева газа обратной сетевой водой по ходу сетевой воды.

На чертеже схематично изображена тепловая электрическая станция с паротурбинной и газотурбодетандерной установками, которая содержит паровую турбину 1 с линией 2 подвода пара к турбоприводу 3 питательного насоса 4 и линией 5 с регулирующим клапаном 6 отвода пара от приводной турбины 3 в главную турбину 1, теплофикационными отборами 7 и 8 пара, подключенным к сетевым подогревателям нижнему 9, верхнему 11 с основным 12 и встроенным 13 трубными пучками, коллекторы обратной 14 и прямой 15 сетевой воды, коллектор 16 отработавшего в приводной турбине 3 пара, подключенный к нему пиковый сетевой подогреватель 17 с запорной арматурой 18-20, газотурбодетандерную установку 21 с газопроводами подвода 22 газа к турбодетандеру и отвода 23 газа от турбодетандера в газовую магистраль 24 после газораспределительного пункта 25. Схема подогрева природного газа содержит линию 26 прямой сетевой воды с газовой подогревателями 27 и 28 и дополнительную линию 29 обратной сетевой воды с газопаровыми подогревателями 30 и 31 и запорной арматурой 32 и запорно-регулирующей 33.

Тепловая электрическая станция с паротурбинной и газотурбинной установками работает следующим образом.

Обратная сетевая вода подводится в линию 29 через открытую запорную арматуру 32 при закрытой арматуре 33, проходит через газовой подогреватель (трубный пучок) 30, где отдает часть своей теплоты газу, отработавшему в турбодетандере 21 и по газопроводам 23 и 24 поступающему к потребителю - энергетическим котлам (на чертеже не показаны) паротурбинной установки с паровой турбиной 1. После газовой подогревателя 30 обратная сетевая вода поступает в газовой теплообменник 31, включенный (по ходу газа) перед газовой теплообменником 27, который в свою очередь в линию прямой сетевой воды 26, подогревающей газ также после турбодетандера 21 в газовой подогревателе (трубном пучке) 28. В газовой теплообменнике 31 температура обратной сетевой воды понижается до уровня (чем ниже, тем лучше), достаточного для подачи обратной сетевой воды во встроенный трубный пучок 13 конденсатора 11, при этом через основной 12 трубный пучок конденсатора 12 может прокачиваться другой поток охлаждающей воды при условии, что разность температуры этой воды на входе в конденсатор от температуры обратной сетевой воды на входе в трубный пучок 13 не превышает 20 °С по условиям надежности работы конденсатора турбины. При необходимости дополнительного подогрева сетевой воды, поступающей из коллектора 15 прямой сетевой воды на газовой подогреватели 27 и 28, в пароводяном теплообменнике 17 открывают запорную арматуру 19 и 20 и закрывают запорную арматуру 18. Греющий пар на подогреватель 17 подается через коллектор 16 от приводной паровой турбины 3 питательного насоса 4. Пар на турбину 3 подается по паропроводу 2 отбора пара из главной турбины 1 при полностью открытой регулирующей арматуре (на чертеже не показано) на входе в турбину 3 на всех режимах и нагрузках последней. Отработавший в турбине 3 пар частично отбирается на подогрев сетевой воды в подогревателе 17, а оставшаяся часть -

ВУ 7509 С1 2005.12.30

через регулирующий клапан 6 по паропроводу 5 поступает в главную турбину 1, где, расширяясь до давления в регулируемых отборах 8 и 7 или до давления в конденсаторе 11, вырабатывает электрическую мощность. Регулирование нагрузки пароводяного теплообменника 17 не изменением расхода сетевой воды, а изменением давления и расхода греющего пара посредством регулирующего клапана 6 на выходе из приводной турбины 3 при постоянном расходе прямой сетевой воды через подогреватели 17, 27 и 28 повышает эффективность теплообмена и стабилизирует гидравлический режим подогревателей, а регулирование нагрузки турбины 3 при ее работе на нагрузках ниже номинальной при полностью открытой регулирующей арматуре на входе в турбину 3 приводит к дросселированию только части потока пара, проходящего через закрытый регулирующий клапан 6, и не приводит к дросселированию той части пара, которая поступает в коллектор 16 и на подогреватель 17, что повышает экономичность. Использование низкопотенциальной теплоты обратной сетевой воды для подогрева газа, поступающего на турбодетандер и на энергетические котлы после турбодетандера, подогрев сетевой воды во встроенном трубном пучке 13 конденсатора 11 отработавшим паром турбины уменьшает расход теплоты на подогрев газа прямой сетевой водой после подогревателя 17, что увеличивает теплофикационную выработку электроэнергии паровой турбины 1 и ее экономичность.

Использование изобретения применительно к энергоблоку с паровой теплофикационной турбиной мощностью 250 МВт и газотурбодетандерным агрегатом 5 МВт обеспечит экономию не менее 2 % годового расхода топлива.

Источники информации:

1. Степанец А.А. Энергосберегающие турбодетандерные установки. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 1999. - С. 10-11, рис. 1.1.
2. Степанец А.А. Об эффективности детандер-генераторных агрегатов в тепловой схеме ТЭЦ // Энергетик. - 1999. - № 4. - С. 2, рис. 2.