



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2014132213/06, 05.08.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.08.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.08.2014

(45) Опубликовано: 20.11.2014 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

129090, Москва, пр-кт Мира, 6, ООО "Патентно-
правовая фирма "ЮС"

(72) Автор(ы):

Белобородов Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Белобородов Сергей Сергеевич (RU)

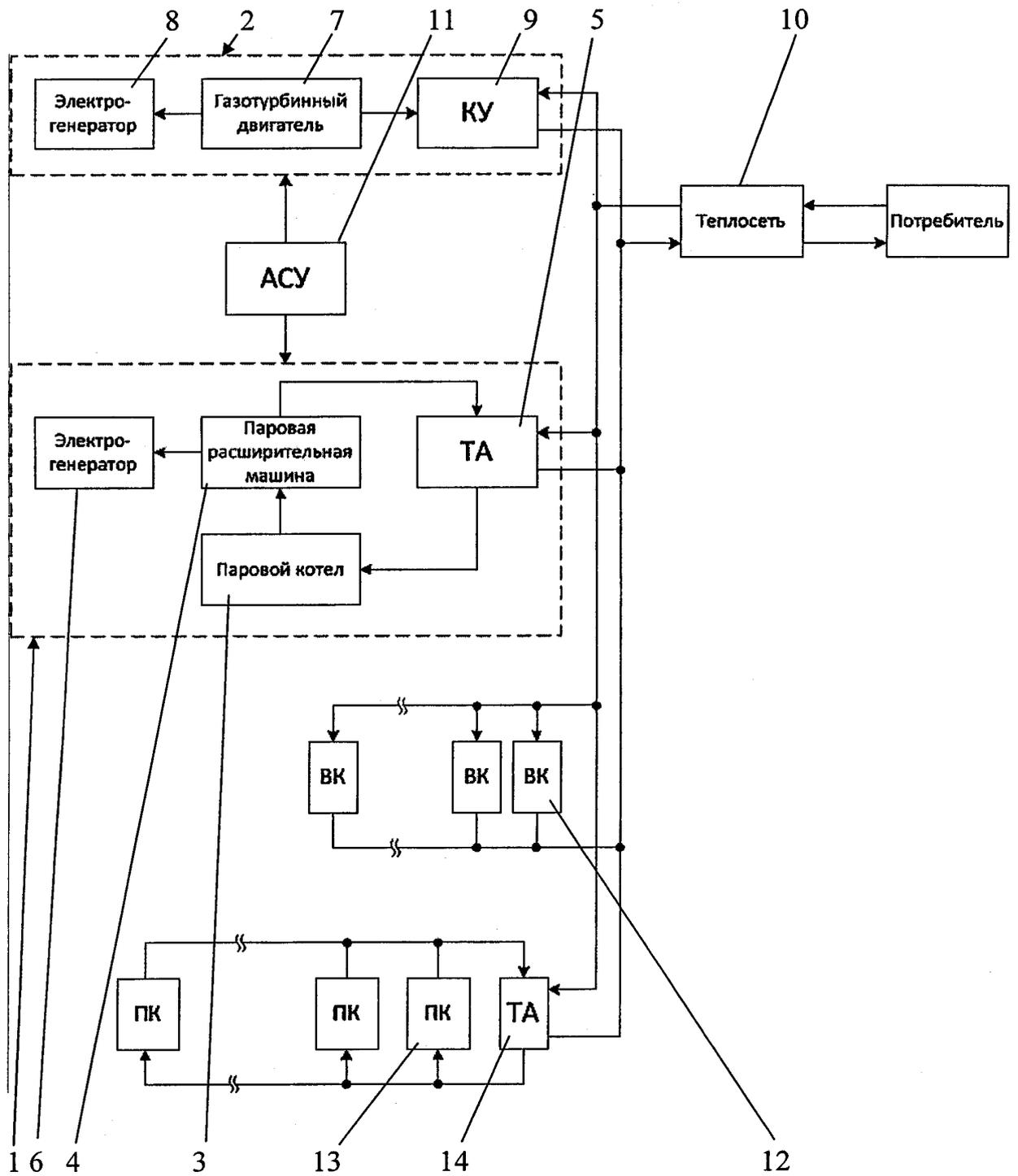
(54) ТЕПЛОВАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

Формула полезной модели

Тепловая электростанция, содержащая автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, отличающаяся тем, что тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору, и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору.

RU 147754 U1

RU 147754 U1



Полезная модель относится к энергетическому машиностроению для комбинированного производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях (ТЭС), преимущественно к тепловым электростанциям мощностью до 50 МВт.

5 Известна тепловая электростанция, содержащая газотурбинную установку (ГТУ), соединенную с электрогенератором, котел-утилизатор (КУ), подключенный к выходу газовой турбины газотурбинной установки и паровую турбину, подключенную входом к выходу пара котла-утилизатора и выходом отработавшего пара к конденсатору, который выходом подключен к конденсационному насосу для подачи конденсата в
10 котел-утилизатор (см. книгу Цанев С.В. и др., Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций, М., МЭИ, 2002, с. 272).

В данной тепловой электростанции в котле-утилизаторе производится пар для привода паровой турбины, однако работа паровой турбины зависит от работы газотурбинной установки, что не позволяет обеспечить их автономную работу и, как
15 результат резко сужает возможность работы на переменных режимах при работе по тепловому графику.

Известна тепловая электростанция, а именно многорежимная теплофикационная газотурбинная установка, содержащая автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка
20 включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и
25 водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети (см., патент RU №2310759, кл. F01K 23/06, 20.11.2007).

Однако в данной установке при работе газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором по сопряженной схеме с паротурбинной установкой отсутствуют
30 средства для оперативного управления работой газотурбинной и паротурбинной установок, что сужает возможности по выбору оптимального совместного режима работы установок в условиях переменного режима потребления как тепловой, так и электрической энергий. Кроме того, не используется энергия тепла, снимаемого в конденсаторе паротурбинной установки. Как результат не в полной мере используется
35 энергия топлива для производства тепловой и электрической энергий.

Наиболее близкой к полезной модели по технической сущности и достигаемому техническому результату является тепловая электростанция, содержащая автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по
40 пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный
45 к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, при этом теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная

паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования (АСУ) режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них (см., патент на полезную модель RU №140621, кл. F01K 23/00, 20.05.2014).

Данная установка при работе газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором по сопряженной схеме с паротурбинной установкой содержит средства для оперативного управления работой газотурбинной и паротурбинной установок, что позволяет сделать оптимальный выбор совместного режима работы установок в условиях переменного режима потребления как тепловой, так и электрической энергий. Однако данная тепловая электростанция не позволяет создать наиболее оптимальный режим работы газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором и паротурбинной установки в периоды пикового потребления тепловой энергии и при резком снижении потребления тепловой энергии в тепловой сети.

Задачей полезной модели является устранение указанных выше недостатков.

Технический результат заключается в том, что достигается возможность снизить расход топлива и увеличить ресурс работы автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки за счет обеспечения их работы с максимально возможным КПД в условиях более плавного изменения подачи ими тепловой энергии через теплосеть потребителю.

Указанная задача решается, а технический результат достигается за счет того, что тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, причем тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что, хотя ГТУ обладают одним из самых высоких динамических показателей по пуску, набору и сбросу вырабатываемой электрической мощности, а выработка тепла в КУ позволяет повысить экономическую привлекательность данной энергетической установки, работа на переменных режимах приводит к увеличению расхода топлива и снижению ресурса работы ГТУ.

Работа автономных ГТУ и паротурбинной установки координируется посредством АСУ, что позволяет компенсировать отсутствие отпуска тепла с КУ, а вырабатываемая паротурбинной установкой электрическая энергия используется в том числе на собственные нужды отключенной ГТУ и наоборот при отключении паротурбинной 5 установки ГТУ и КУ обеспечивают выработку электрической энергии и тепла потребителю и выработку электрической энергии на собственные нужды паротурбинной установки. Однако АСУ не может обеспечить более плавную регулировку режима работы ГТУ и паротурбинной установки в периоды пикового потребления и в периоды 10 снижения потребления тепловой энергии, когда отключение ГТУ не представляется возможным.

Снабжение тепловой электростанции дополнительно по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, 15 подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору позволяет быстро подключать водогрейный котел и/или паровой котел или водогрейные котлы и/или паровые котлы (в зависимости от мощности тепловой электростанции) или отключать их при пиковых увеличениях 20 потребления тепловой энергии или резких провалах в ее потребления.

На чертеже представлена принципиальная схема тепловой электростанции.

Тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку 1 и автономную газотурбинную установку 2.

Автономная паротурбинная установка 1 включает паровой котел 3, подключенный 25 по пару к паровой расширительной машине 4, к выходу которой подключен теплообменный аппарат 5 для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу 3, и электрогенератор 6, соединенный с паровой расширительной машиной 4.

Автономная газотурбинная установка 2 включает газотурбинный двигатель 7, 30 соединенный с электрогенератором 8, и водогрейный котел-утилизатор 9, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя 7 и к теплосети 10.

Теплообменный аппарат 5 для отвода тепла и котел-утилизатор 9 параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети 10. Электрогенераторы 6 и 8 обеих установок 1 и 2 подключены к общей электросети потребителя.

35 Автономная паротурбинная установка 1 и автономная газотурбинная установка 2 подключены к общей для них системе автоматического регулирования 11 режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки 1 или автономной газотурбинной установки 2 при отключении одной из них.

40 Тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом 12, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети 10 параллельно теплообменному аппарату 5 для отвода тепла и котлу-утилизатору 9 и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом 13, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат 14 по нагреваемой 45 среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату 5 для отвода тепла паротурбинной установки 1 и котлу-утилизатору 9.

При работе электростанции в период максимального пикового потребления электрической и тепловой энергий работают газотурбинная установка 2, паротурбинная

установка 1 и водяной котел 12 или водяные котлы 12.

Газотурбинный двигатель 7 вращает вал электрогенератора 8 для выработки последним электрической энергии. Одновременно отработавшие газы из газовой турбины газотурбинного двигателя 7 направляют в водогрейный котел-утилизатор 9 для выработки тепла и нагрева им сетевой воды теплосети 10.

Одновременно пар из парового котла 3 паротурбинной установки 1 направляют в паровую расширительную машину 4, например в паровую турбину или паровую винтовую машину, для привода во вращение вала электрогенератора 6, а отработавший пар из паровой расширительной машины 4 направляют в теплообменный аппарат 5 для нагрева сетевой воды теплосети 10. Кроме того для нагрева сетевой воды работает по меньшей мере один водогрейный котел 12 и по меньшей мере один паровой котел 13, который передает тепловую энергию в теплосеть 10 через дополнительный теплообменный аппарат 14.

При снижении пиковой нагрузки, например при снижении потребления тепла промышленными предприятиями, которые работают в одну смену, отключают в зависимости от снижения потребления тепла теплосетью 10 паровой котел 13 или водогрейный котел 12, а при дальнейшем снижении потребления тепла могут быть отключены как паровой котел 13, так и водогрейный котел 12.

В ночные часы максимального провала потребления электрической и тепловой нагрузки представляется возможность отключать газотурбинную установку 2 вместе с ее котлом-утилизатором 9, что позволяет снижать расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии, а работающая паротурбинная установка 1 вырабатывает электрическую энергию и тепло для подачи потребителю и на собственные нужды отключенной газотурбинной установки 2, причем при необходимости подачи дополнительной тепловой энергии могут быть подключены паровой котел 13 и/или водогрейный котел 12.

Управление работой автономных газотурбинной установки 2 и паротурбинной установки 1 осуществляется посредством АСУ 11.

При необходимости отключения паротурбинной установки 1 газотурбинная установка 2 обеспечивает выработку электрической энергии и тепла потребителю и выработку электрической энергии на собственные нужды паротурбинной установки 1.

(57) Реферат

Полезная модель относится к энергетическому машиностроению для комбинированного производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях (ТЭС). Тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная

установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, отличающаяся тем, что тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору.

В результате достигается возможность снизить расход топлива и увеличить ресурс работы автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки за счет обеспечения их работы с максимально возможным КПД в условиях более плавного изменения подачи тепловой энергии через теплосеть потребителю.



Тепловая электростанция

Полезная модель относится к энергетическому машиностроению для комбинированного производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях (ТЭС). Тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, отличающаяся тем, что тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно

теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору.

В результате достигается возможность снизить расход топлива и увеличить ресурс работы автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки за счет обеспечения их работы с максимально возможным КПД в условиях более плавного изменения подачи тепловой энергии через теплотель потребителю.

SS**2014132213**

МПК F01K23/00

Тепловая электростанция

Полезная модель относится к энергетическому машиностроению для комбинированного производства электрической и тепловой энергии на тепловых электростанциях (ТЭС), преимущественно к тепловым электростанциям мощностью до 50 МВт.

Известна тепловая электростанция, содержащая газотурбинную установку (ГТУ), соединенную с электрогенератором, котел-утилизатор (КУ), подключенный к выходу газовой турбины газотурбинной установки и паровую турбину, подключенную входом к выходу пара котла-утилизатора и выходом отработавшего пара к конденсатору, который выходом подключен к конденсационному насосу для подачи конденсата в котел-утилизатор (см. книгу Цанев С.В. и др., Газотурбинные и парогазовые установки тепловых электростанций, М., МЭИ, 2002, с.272).

В данной тепловой электростанции в котле-утилизаторе производится пар для привода паровой турбины, однако работа паровой турбины зависит от работы газотурбинной установки, что не позволяет обеспечить их автономную работу и, как результат резко сужает возможность работы на переменных режимах при работе по тепловому графику.

Известна тепловая электростанция, а именно многорежимная теплофикационная газотурбинная установка, содержащая автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель,

соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети (см., патент RU №2310759, кл. F01K 23/06, 20.11.2007).

Однако в данной установке при работе газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором по сопряженной схеме с паротурбинной установкой отсутствуют средства для оперативного управления работой газотурбинной и паротурбинной установок, что сужает возможности по выбору оптимального совместного режима работы установок в условиях переменного режима потребления как тепловой, так и электрической энергий. Кроме того, не используется энергия тепла, снимаемого в конденсаторе паротурбинной установки. Как результат не в полной мере используется энергия топлива для производства тепловой и электрической энергий.

Наиболее близкой к полезной модели по технической сущности и достигаемому техническому результату является тепловая электростанция, содержащая автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, при этом теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования (АСУ)

режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них (см., патент на полезную модель RU №140621, кл. F01K 23/00, 20.05.2014).

Данная установка при работе газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором по сопряженной схеме с паротурбинной установкой содержит средства для оперативного управления работой газотурбинной и паротурбинной установок, что позволяет сделать оптимальный выбор совместного режима работы установок в условиях переменного режима потребления как тепловой, так и электрической энергий. Однако данная тепловая электростанция не позволяет создать наиболее оптимальный режим работы газотурбинной установки с водогрейным котлом-утилизатором и паротурбинной установки в периоды пикового потребления тепловой энергии и при резком снижении потребления тепловой энергии в тепловой сети.

Задачей полезной модели является устранение указанных выше недостатков.

Технический результат заключается в том, что достигается возможность снизить расход топлива и увеличить ресурс работы автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки за счет обеспечения их работы с максимально возможным КПД в условиях более плавного изменения подачи ими тепловой энергии через теплотель потребителю.

Указанная задача решается, а технический результат достигается за счет того, что тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку и автономную газотурбинную установку, при этом автономная паротурбинная установка включает паровой котел, подключенный по пару к паровой расширительной машине, к выходу которой подключен теплообменный аппарат для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу, и

электрогенератор, соединенный с паровой расширительной машиной, а автономная газотурбинная установка включает газотурбинный двигатель, соединенный с электрогенератором, и водогрейный котел-утилизатор, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя и к теплосети, теплообменный аппарат для отвода тепла и котел-утилизатор параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети, электрогенераторы обеих установок подключены к общей электросети потребителя, причем автономная паротурбинная установка и автономная газотурбинная установка подключены к общей для них системе автоматического регулирования режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки или автономной газотурбинной установки при отключении одной из них, причем тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору.

В ходе проведенного исследования было выявлено, что, хотя ГТУ обладают одним из самых высоких динамических показателей по пуску, набору и сбросу вырабатываемой электрической мощности, а выработка тепла в КУ позволяет повысить экономическую привлекательность данной энергетической установки, работа на переменных режимах приводит к увеличению расхода топлива и снижению ресурса работы ГТУ.

Работа автономных ГТУ и паротурбинной установки координируется посредством АСУ, что позволяет компенсировать отсутствие отпуска тепла с КУ, а вырабатываемая паротурбинной установкой электрическая энергия используется в том числе на собственные нужды отключенной ГТУ и

наоборот при отключении паротурбинной установки ГТУ и КУ обеспечивают выработку электрической энергии и тепла потребителю и выработку электрической энергии на собственные нужды паротурбинной установки. Однако АСУ не может обеспечить более плавную регулировку режима работы ГТУ и паротурбинной установки в периоды пикового потребления и в периоды снижения потребления тепловой энергии, когда отключение ГТУ не представляется возможным.

Снабжение тепловой электростанции дополнительно по крайней мере одним водогрейным котлом, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату для отвода тепла паротурбинной установки и котлу-утилизатору позволяет быстро подключать водогрейный котел и/или паровой котел или водогрейные котлы и/или паровые котлы (в зависимости от мощности тепловой электростанции) или отключать их при пиковых увеличениях потребления тепловой энергии или резких провалах в ее потреблении.

На чертеже представлена принципиальная схема тепловой электростанции.

Тепловая электростанция содержит автономную паротурбинную установку 1 и автономную газотурбинную установку 2.

Автономная паротурбинная установка 1 включает паровой котел 3, подключенный по пару к паровой расширительной машине 4, к выходу которой подключен теплообменный аппарат 5 для отвода тепла, подключенный выходом охлажденного теплоносителя к паровому котлу 3, и электрогенератор 6, соединенный с паровой расширительной машиной 4.

Автономная газотурбинная установка 2 включает газотурбинный двигатель 7, соединенный с электрогенератором 8, и водогрейный котел-

утилизатор 9, подключенный к выходу газовой турбины газотурбинного двигателя 7 и к теплосети 10.

Теплообменный аппарат 5 для отвода тепла и котел-утилизатор 9 параллельно и непосредственно подключены по нагреваемой среде к теплосети 10. Электрогенераторы 6 и 8 обеих установок 1 и 2 подключены к общей электросети потребителя.

Автономная паротурбинная установка 1 и автономная газотурбинная установка 2 подключены к общей для них системе автоматического регулирования 11 режима каждой из них с возможностью подачи электроэнергии на собственные нужды автономной паротурбинной установки 1 или автономной газотурбинной установки 2 при отключении одной из них.

Тепловая электростанция дополнительно снабжена по крайней мере одним водогрейным котлом 12, непосредственно подключенным по нагреваемой среде к теплосети 10 параллельно теплообменному аппарату 5 для отвода тепла и котлу-утилизатору 9 и по крайней мере одним дополнительным паровым котлом 13, подключенным через дополнительный теплообменный аппарат 14 по нагреваемой среде к теплосети параллельно теплообменному аппарату 5 для отвода тепла паротурбинной установки 1 и котлу-утилизатору 9.

При работе электростанции в период максимального пикового потребления электрической и тепловой энергий работают газотурбинная установка 2, паротурбинная установка 1 и водяной котел 12 или водяные котлы 12.

Газотурбинный двигатель 7 вращает вал электрогенератора 8 для выработки последней электрической энергии. Одновременно отработавшие газы из газовой турбины газотурбинного двигателя 7 направляют в водогрейный котел-утилизатор 9 для выработки тепла и нагрева им сетевой воды теплосети 10.

Одновременно пар из парового котла 3 паротурбинной установки 1 направляют в паровую расширительную машину 4, например в паровую турбину или паровую винтовую машину, для привода во вращение вала электрогенератора 6, а отработавший пар из паровой расширительной машины 4 направляют в теплообменный аппарат 5 для нагрева сетевой воды теплосети 10. Кроме того для нагрева сетевой воды работает по меньшей мере один водогрейный котел 12 и по меньшей мере один паровой котел 13, который передает тепловую энергию в теплосеть 10 через дополнительный теплообменный аппарат 14.

При снижении пиковой нагрузки, например при снижении потребления тепла промышленными предприятиями, которые работают в одну смену, отключают в зависимости от снижения потребления тепла теплосетью 10 паровой котел 13 или водогрейный котел 12, а при дальнейшем снижении потребления тепла могут быть отключены как паровой котел 13, так и водогрейный котел 12.

В ночные часы максимального провала потребления электрической и тепловой нагрузки представляется возможность отключать газотурбинную установку 2 вместе с ее котлом-утилизатором 9, что позволяет снижать расход топлива на выработку тепловой и электрической энергии, а работающая паротурбинная установка 1 вырабатывает электрическую энергию и тепло для подачи потребителю и на собственные нужды отключенной газотурбинной установки 2, причем при необходимости подачи дополнительной тепловой энергии могут быть подключены паровой котел 13 и/или водогрейный котел 12.

Управление работой автономных газотурбинной установки 2 и паротурбинной установки 1 осуществляется посредством АСУ 11.

При необходимости отключения паротурбинной установки 1 газотурбинная установка 2 обеспечивает выработку электрической энергии и тепла потребителю и выработку электрической энергии на собственные нужды паротурбинной установки 1.

PP



Тепловая электростанция

