



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2010127110/06, 01.07.2010**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**01.07.2010**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **01.07.2010**(45) Опубликовано: **10.12.2011** Бюл. № 34(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2323384 C1, 27.04.2008. RU 2382937 C1, 27.02.2010. RU 2127398 C1, 10.03.1999. SU 1182236 A, 30.09.1985. GB 349554 A, 26.03.1931.**

Адрес для переписки:

**634050, г.Томск, пр. Ленина, 30,  
Национальный исследовательский Томский  
политехнический университет, отдел  
правовой охраны результатов  
интеллектуальной деятельности**

(72) Автор(ы):

**Беспалов Владимир Ильич (RU),  
Беспалов Виктор Владимирович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Национальный  
исследовательский Томский  
политехнический университет" (RU)**

**(54) УСТРОЙСТВО УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплоэнергетике и может найти применение на любом предприятии, эксплуатирующем котлы на углеводородном топливе. Задачей изобретения является повышение эффективности использования низкопотенциального тепла конденсации водяных паров, содержащихся в дымовых газах. Устройство утилизации тепла дымовых газов содержит газо-газовый поверхностный пластинчатый теплообменник, в котором охлаждаются исходные дымовые газы, нагревая противотоком осушенные дымовые газы. Охлажденные влажные дымовые газы подаются в газоздушный поверхностный пластинчатый теплообменник-

конденсатор, где конденсируются содержащиеся в дымовых газах водяные пары, нагревая воздух. Нагретый воздух используется для отопления помещений и покрытия потребности процесса горения газа в котле. Конденсат после дополнительной обработки используется для восполнения потерь в теплосети или паротурбинном цикле. Осушенные дымовые газы подаются дополнительным дымососом в описанный выше подогреватель, где нагреваются для предотвращения возможной конденсации водяных паров в газоходах и дымовой трубе и направляются в дымовую трубу. 2 н.п. ф-лы, 1 ил.

RU  
2 4 3 6 0 1 1  
C 1

RU  
2 4 3 6 0 1 1  
C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2010127110/06, 01.07.2010**(24) Effective date for property rights:  
**01.07.2010**

Priority:

(22) Date of filing: **01.07.2010**(45) Date of publication: **10.12.2011 Bull. 34**

Mail address:

**634050, g.Tomsk, pr. Lenina, 30, Natsional'nyj  
issledovatel'skij Tomskij politekhnicheskij  
universitet, otdel pravovoj okhrany rezul'tatov  
intellektual'noj dejatel'nosti**

(72) Inventor(s):

**Bespalov Vladimir Il'ich (RU),  
Bespalov Viktor Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovaniya  
"Natsional'nyj issledovatel'skij Tomskij  
politekhnicheskij universitet" (RU)**

**(54) FLUE GAS HEAT UTILISATION DEVICE AND METHOD OF ITS OPERATION**

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: flue gas heat utilisation device includes gas-to-gas surface plate-type heat exchanger in which initial flue gases are cooled, and counter-flow heats dried flue gases. Cooled wet flue gases are supplied to gas-air surface plate-type heat exchanger-condenser, where water vapours contained in flue gases are condensed, thus heating the air. Heated air is used for heating of rooms and for combustion process in the boiler. After additional

processing the condensate is used for compensation of losses in heating network or steam-turbine cycle. Dried flue gases are supplied by additional induced-draft fan to the above heater, where they are heated in order to prevent possible condensation of water vapours in flue gas ducts and stack and are supplied to stack.

EFFECT: increasing use efficiency of low-potential heat of condensation of water vapours contained in flue gases.

2 cl, 1 dwg

Изобретение относится к теплоэнергетике и может найти применение на любом предприятии, эксплуатирующем котлы на углеводородном топливе.

Известна котельная установка, содержащая контактный водонагреватель, подключенный на входе к отводящему газоходу котла, а на выходе через газотводящий канал, снабженный дымососом к дымовой трубе, и воздухоподогреватель с греющим и воздушным трактами (Авторское свидетельство СССР №1086296, F22В 1/18 от 15.04.1984).

Установка работает следующим образом. Основная часть газов из котла поступает в отводящий газоход, а остальное количество газов - в греющий тракт. Из отводящего газохода газы направляются в контактный водонагреватель, где происходит конденсация водяных паров, содержащихся в дымовых газах. Затем газы проходят через каплеулавливатель и поступают в газотводящий канал. Наружный воздух поступает в воздухоподогреватель, где нагревается газами, идущими по греющему тракту, и направляется в газотводящий канал, где смешивается с охлажденными газами и уменьшает влагосодержание последних.

Недостатки. Неприемлемое качество подогретой воды для ее использования в системе отопления. Использование подогретого воздуха только для подачи в дымовую трубу с целью предотвращения конденсации водяных паров. Низкая степень утилизации тепла уходящих газов, так как ставилась основная задача - осушение дымовых газов и снижение температуры точки росы.

Известны серийно выпускаемые Костромским калориферным заводом калориферы типа КСк (Кудинов А.А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках. - Ульяновск: УлГТУ, 2000. - 139, стр.33), состоящие из газовой поверхности теплоутилизатора, поверхность теплообмена которого выполнена из оребренных биметаллических трубок, сетчатого фильтра, распределительного клапана, каплеуловителя и гидронеуматического обдувочного устройства.

Калориферы типа КСк работают следующим образом. Дымовые газы попадают на распределительный клапан, который делит их на два потока, основной поток газа направляется через сетчатый фильтр в теплоутилизатор, второй - по обводной линии газохода. В теплоутилизаторе водяные пары, содержащиеся в дымовых газах, конденсируются на оребренных трубках, нагревая текущую в них воду. Образующийся конденсат собирается в поддоне и подается насосами в схему подпитки теплосети. Нагретая в теплоутилизаторе вода подается потребителю. На выходе из теплоутилизатора осушенные дымовые газы смешиваются с исходными дымовыми газами из обводной линии газохода и направляются через дымосос в дымовую трубу.

Недостатки. Для работы теплоутилизатора в режиме конденсации всей его конвективной части требуется, чтобы температура нагрева воды в конвективном пакете не превышала 50°C. Для использования такой воды в системах отопления ее нужно дополнительно догреть.

Для предотвращения конденсации остаточных водяных паров дымовых газов в газоходах и дымовой трубе часть исходных газов через обводной канал подмешиваются к осушенным дымовым газам, повышая их температуру. При таком подмесе увеличивается и содержание водяных паров в уходящих дымовых газах, снижая эффективность утилизации тепла.

Известна установка для утилизации тепла дымовых газов (патент РФ №2193727, F22В 1/18, F24Н 1/10 от 20.04.2001), содержащая установленные в газоходе ороситель с раздающими соплами, утилизационный теплообменник и теплообменник

промежуточного теплоносителя, нагреваемый тракт которого на входе подключен к влагосборнику. Ороситель расположен перед указанными теплообменниками, установленными один напротив другого на одинаковом расстоянии от оросителя, сопла которого направлены в противоположную по отношению к теплообменникам сторону. Установка дополнительно снабжена установленным в газоходе и расположенным над оросителем теплообменником догрева орошающей воды, нагреваемый тракт которого на входе подключен к теплообменнику промежуточного теплоносителя, а на выходе - к оросителю. Все теплообменники являются  
5  
10  
поверхностными, трубчатыми. Трубки могут быть оребренными, для увеличения поверхности нагрева.

Известен способ работы этой установки (патент РФ №2193728, F22B 1/18, F24H 1/10 от 20.04.2001), по которому проходящие по газоходу дымовые газы охлаждают ниже точки росы и удаляют из установки. В установке нагревают воду в утилизационном теплообменнике и отводят потребителю. Наружную поверхность утилизационного теплообменника орошают промежуточным теплоносителем - водой из оросителя с раздающими соплами, направленными навстречу потоку газов. При этом промежуточный теплоноситель предварительно подогревают в теплообменнике, установленном в газоходе напротив утилизационного теплообменника и на таком же расстоянии от оросителя, что и утилизационный теплообменник. Затем промежуточный теплоноситель подают в установленный в газоходе и расположенный над оросителем теплообменник догрева орошающей воды, догревают до необходимой температуры и направляют в ороситель.  
15  
20  
25

В установке протекают два независимых дуг от друга потока воды: чистой, подогреваемой через теплопередающую поверхность, и орошающей, нагреваемой в результате непосредственного контакта с уходящими газами. Чистый поток воды протекает внутри трубок и отделен стенками от загрязненного потока орошающей воды. Пучок трубок выполняет функцию насадки, предназначенной для создания развитой поверхности контакта орошающей воды и уходящих газов. Наружная поверхность насадки омывается газами и орошающей водой, что интенсифицирует теплообмен в аппарате. Теплота уходящих газов передается воде, протекающей внутри трубок активной насадки, двумя путями: 1) за счет непосредственной передачи  
30  
35  
теплоты газов и орошающей воды; 2) за счет конденсации на поверхности насадки части водяных паров, содержащихся в газах.

Недостатки. Конечная температура нагреваемой воды на выходе из насадки ограничена температурой мокрого термометра газов. При сжигании природного газа с коэффициентом избытка воздуха 1,0-1,5 температура мокрого термометра уходящих газов составляет 55-65°C. Такая температура не достаточна для использования этой воды в системе отопления.  
40

Из аппарата дымовые газы выходят с относительной влажностью 95-100%, что не исключает возможности конденсации водяных паров из газов в газоотводящем тракте после нее.  
45

Наиболее близким к заявляемому изобретению по использованию, технической сущности и достигаемому техническому результату является теплоутилизатор (патент РФ №2323384, F22B 1/18 от 30.08.2006), содержащий контактный теплообменник, каплеуловитель, газо-газовый теплообменник, включенный по схеме прямотока, газоходы, трубопроводы, насос, датчики температуры, клапаны-регуляторы. По ходу обратной воды контактного теплообменника последовательно расположены водоводяной теплообменник и водовоздушный теплообменник с обводным каналом по  
50

ходу воздуха.

Способ работы теплоутилизатора. Уходящие газы по газоходу поступают на вход газо-газового теплообменника, последовательно проходя три его секции, затем на вход контактного теплообменника, где, проходя через насадку, омываемую  
5 оборотной водой, охлаждаются ниже точки росы, отдавая явное и скрытое тепло оборотной воде. Далее охлажденные и влажные газы освобождаются от большей части унесенной потоком жидкой воды в каплеуловителе, нагреваются и подсушиваются, по меньшей мере, в одной секции газо-газового теплообменника,  
10 дымососом направляются в трубу и выбрасываются в атмосферу. Одновременно нагретая обратная вода из поддона контактного теплообменника насосом подается в водо-водяной теплообменник, где нагревает холодную воду из трубопровода. Нагретая в теплообменнике вода поступает на нужды технологического и бытового горячего водоснабжения или в низкотемпературный отопительный контур.

15 Далее обратная вода поступает в водовоздушный теплообменник, нагревает, по меньшей мере, часть дутьевого воздуха, поступающего из-за пределов помещения по воздуховоду, охлаждаясь до минимально возможной температуры, и поступает в контактный теплообменник через водораспределитель, где отбирает тепло от газов, попутно промывая их от взвешенных частиц, и поглощает часть оксидов азота и серы. Нагретый воздух из теплообменника дутьевым вентилятором подается в штатный воздухоподогреватель или непосредственно в топку. Обратная вода по  
20 необходимости фильтруется и обрабатывается известными способами.

Недостатками данного прототипа являются.

25 Необходимость системы регулирования вследствие использования утилизируемого тепла для целей горячего водоснабжения из-за непостоянства суточного графика потребления горячей воды.

Нагретая в теплообменнике вода, поступающая на нужды горячего водоснабжения  
30 или в низкотемпературный отопительный контур, требует ее доведения до необходимой температуры, так как не может быть нагрета в теплообменнике выше температуры воды обратного контура, которая определяется температурой насыщения водяных паров в дымовых газах. Низкий нагрев воздуха в водовоздушном теплообменнике не позволяет использовать этот воздух для отопления помещений.

35 Поставлена задача - упрощение технологии утилизации тепла и повышение эффективности использования низкопотенциального тепла конденсации водяных паров, содержащихся в дымовых газах.

Эта задача решена следующим способом.

40 Предложено устройство утилизации тепла дымовых газов, содержащее газо-газовый теплообменник, конденсатор, инерционный каплеуловитель газоходы, воздуховоды, вентиляторы и трубопровод, отличающееся тем, что газо-газовый поверхностный пластинчатый теплообменник выполнен по схеме противотока, в качестве конденсатора установлен поверхностный газовоздушный пластинчатый  
45 теплообменник, в газоходе холодных осушенных дымовых газов установлен дополнительный дымосос, перед дополнительным дымососом врезан газоход подмеса части подогретых осушенных дымовых газов.

Предложен также способ работы устройства утилизации тепла дымовых газов, по  
50 которому дымовые газы охлаждаются в газо-газовом теплообменнике, нагревая осушенные дымовые газы, конденсируют водяные пары, содержащиеся в дымовых газах в конденсаторе, нагревают часть дутьевого воздуха, отличающийся тем, что в газо-газовом теплообменнике нагревают осушенные дымовые газы за счет

охлаждения исходных дымовых газов по схеме противотока без регулирования расхода газов, конденсируют водяные пары в поверхностном газоздушном пластинчатом теплообменнике-конденсаторе, нагревая воздух и используют нагретый воздух для отопления и покрытия потребности процесса горения, а конденсат после 5 дополнительной обработки используют для восполнения потерь в теплосети или паротурбинном цикле, в газоходе холодных осушенных дымовых газов компенсируют аэродинамическое сопротивление газового тракта дополнительным дымососом, перед 10 которым подмешивают часть подогретых осушенных дымовых газов, исключая конденсацию остаточных водяных паров, уносимых потоком из конденсатора, регулирование температуры нагретого воздуха осуществляют при помощи изменения числа оборотов дымососа в зависимости от температуры наружного воздуха.

Исходные дымовые газы охлаждают в газо-газовом поверхностном пластинчатом теплообменнике, нагревая осушенные дымовые газы.

Отличием является применение поверхностного пластинчатого теплообменника без 15 каких-либо органов регулирования расхода газов, где греющая среда (весь объем влажных дымовых газов) и нагреваемая среда (весь объем осушенных дымовых газов) движутся противотоком. При этом происходит более глубокое охлаждение влажных 20 дымовых газов до температуры, близкой к точке росы водяных паров.

Далее конденсируют содержащиеся в дымовых газах водяные пары в газоздушном поверхностном пластинчатом теплообменнике-конденсаторе, нагревая воздух. Нагретый воздух используют для отопления помещений и покрытия 25 потребности процесса горения. Конденсат после дополнительной обработки используют для восполнения потерь в теплосети или паротурбинном цикле.

Отличием предлагаемого способа является то, что нагреваемой средой является 30 холодный воздух, подаваемый вентиляторами из окружающей среды. Воздух нагревается на 30-50°C, например от -15 до 33°C. Использование воздуха с отрицательной температурой в качестве охлаждающей среды позволяет существенно 35 увеличить температурный напор в конденсаторе при использовании противотока. Воздух, нагретый до 28-33°C, пригоден для целей отопления помещений и подачи в котел для обеспечения процесса горения природного газа. Тепловой расчет схемы показывает, что расход подогретого воздуха в 6-7 раз превосходит расход исходных 40 дымовых газов, что позволяет полностью покрыть потребность котла, отапливать цех и другие помещения предприятия, а также подать часть воздуха в дымовую трубу для снижения температуры точки росы или стороннему потребителю.

Аэродинамическое сопротивление газового тракта в газоходе холодных осушенных 45 дымовых газов компенсируют дополнительным дымососом. Для исключения конденсации остаточных водяных паров, уносимых потоком из конденсатора, перед дополнительным дымососом подмешивают часть подогретых осушенных дымовых газов (до 10%). Регулирование температуры нагреваемого воздуха осуществляют 50 изменением расхода осушаемых дымовых газов, при помощи регулирования числа оборотов дымососа в зависимости от температуры наружного воздуха.

Осушенные дымовые газы подаются дымососом в описанный выше подогреватель, где нагреваются для предотвращения возможной конденсации водяных паров в 55 газоходах и дымовой трубе и направляются в дымовую трубу.

Устройство утилизации тепла дымовых газов, изображенное на чертеже, содержит 60 газоход 1, соединенный с теплообменником 2, который через газоход 3 соединен с конденсатором 4. Конденсатор 4 имеет инерционный каплеуловитель 5 и соединен с трубопроводом отвода конденсата 6. Вентилятор 7 соединен воздухопроводом холодного

воздуха 8 с конденсатором 4. Конденсатор 4 соединен воздухопроводом 9 с потребителем тепла. Газоход осушенных дымовых газов 10 через дымосос 11 соединен с теплообменником 2. Газоход сухих подогретых дымовых газов 12 соединен с теплообменником 2 и направлен в дымовую трубу. Газоход 12 соединен с  
5 газоходом 10 дополнительным газоходом 13, который содержит заслонку 14.

Теплообменник 2 и конденсатор 4 представляют собой поверхностные пластинчатые теплообменники, выполненные из унифицированных модульных пакетов, которые скомпонованы таким образом, чтобы движение теплоносителей  
10 осуществлялось противотоком. В зависимости от объема осушаемых дымовых газов, подогреватель и конденсатор формируются из рассчитываемого количества пакетов. Блок 7 формируется из нескольких вентиляторов для изменения расхода подогреваемого воздуха. Конденсатор 4 на выходе осушенных дымовых газов имеет инерционный каплеуловитель 5, выполненный в виде вертикальных жалюзи, за  
15 которым врезан газоход 10. На газоходе 13 установлена заслонка 14 для первоначальной настройки температурного запаса, предотвращающего конденсацию остаточных водяных паров в дымососе 11.

Способ работы устройства утилизации тепла дымовых газов.

Влажные дымовые газы по газоходу 1 поступают в теплообменник 2, где их температура снижается до температуры, близкой к точке росы. Охлажденные дымовые газы по газоходу 3 попадают в конденсатор 4, где конденсируются содержащиеся в них водяные пары. Конденсат отводится по трубопроводу 6 и после  
20 дополнительной обработки используется для восполнения потерь в теплосети или паротурбинном цикле. Теплота конденсации используется для подогрева холодного воздуха, который подается вентиляторами 7 из окружающей среды. Нагретый воздух 9 направляется в производственное помещение котельной, для его вентиляции и отопления. Из этого помещения воздух подается в котел, для обеспечения процесса  
25 горения. Осушенные дымовые газы 10 проходят через инерционный каплеуловитель 5, дымососом 11 подаются в теплообменник 2, где нагреваются и направляются в дымовую трубу 12. Нагрев осушенных дымовых газов необходим для предотвращения конденсации остаточных водяных паров в газоходах и дымовой трубе. Для предотвращения выпадения капель влаги в дымососе 11, уносимых  
30 осушенным потоком дымовых газов из конденсатора, часть нагретых сухих дымовых газов (до одной десятой части) из газохода 12 по газоходу 13 подается в газоход 10, где происходит испарение уносимой влаги.

Регулирование температуры нагретого воздуха осуществляют изменением расхода осушаемых дымовых газов при помощи изменения числа оборотов дымососа 11 в  
40 зависимости от температуры наружного воздуха. При снижении расхода влажных дымовых газов уменьшается аэродинамическое сопротивление газового тракта устройства, что компенсируется снижением числа оборотов дымососа 11. Дымосос 11 обеспечивает разницу давлений дымовых газов и воздуха в конденсаторе с целью  
45 предотвращения попадания дымовых газов в подогреваемый воздух.

Поверочный расчет показывает, что для котла на природном газе мощностью 6 МВт, при расходе влажных дымовых газов  $1 \text{ м}^3/\text{с}$  с температурой  $130^\circ\text{C}$ , воздух нагревается от  $-15$  до  $30^\circ\text{C}$ , при его расходе  $7 \text{ м}^3/\text{с}$ . Расход конденсата  $0,13 \text{ кг}/\text{с}$ ,  
50 температура осушенных дымовых газов на выходе из подогревателя  $86^\circ\text{C}$ . Тепловая мощность такого устройства  $400 \text{ кВт}$ . Общая площадь поверхности теплообмена  $310 \text{ м}^2$ . Температура точки росы водяных паров в дымовых газах снижается с  $55$  до  $10^\circ\text{C}$ . КПД котла увеличивается на  $1\%$  только за счет подогрева холодного воздуха в

количестве 0,9 м<sup>3</sup>/с, требуемого для горения природного газа. При этом, на подогрев этого воздуха приходится 51 кВт мощности устройства, а остальное тепло используется для воздушного отопления помещений. Результаты расчетов работы такого устройства при различных температурах наружного воздуха приведены в

В таблице 2 приведены результаты расчета вариантов исполнения устройства на другие расходы осушаемых дымовых газов, при температуре наружного воздуха - 15°С.

Таблица 1

УСТРОЙСТВО УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ

Расход дымовых газов	Расход воздуха	Температура воздуха		Тепловая мощность устройства	Расход полученного конденсата	Температура осушенных дымовых газов	Температура точки росы водяных паров в осушенных газах
		до	после				
м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /с	°С	°С	кВт	кг/с	°С	°С
0,7	5,4	0	37,0	262	0,09	90,7	19,8
0,8	6,2	-5	33,2	316	0,10	89,0	16,2
1	7,0	-10	33,2	388	0,13	87,4	15,1
1	7,0	-15	29,6	401	0,13	86,0	10,0
1	6,2	-20	30,2	402	0,13	86,3	10,8
1	6,2	-25	26,6	413	0,13	84,8	5,5

Таблица 2

Расход дымовых газов	Расход воздуха	Температура нагретого воздуха	Тепловая мощность устройства	Расход полученного конденсата	Общая площадь поверхности теплообмена	Температура осушенных дымовых газов	Температура точки росы водяных паров в осушенных газах
м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /с	°С	кВт	кг/с	м <sup>2</sup>	°С	°С
2	13,2	31,5	791	0,26	620	86,8	12,8
5	35,0	29,6	2007	0,65	1552	86,0	10,0
10	62,1	35,6	4047	1,30	3444	83,8	9,2
25	155,3	32,9	9582	3,08	8265	86,3	18,6
50	310,8	32,5	19009	6,08	13775	85,6	20,0

### Формула изобретения

1. Устройство утилизации тепла дымовых газов, содержащее газо-газовый теплообменник, конденсатор, инерционный каплеуловитель, газоходы, воздухопроводы, вентиляторы и трубопровод, отличающееся тем, что газо-газовый поверхностный пластинчатый теплообменник выполнен по схеме противотока, в качестве конденсатора установлен поверхностный газо-воздушный пластинчатый теплообменник, в газоходе холодных осушенных дымовых газов установлен дополнительный дымосос, перед дополнительным дымососом врезан газоход подмеса части подогретых осушенных дымовых газов.

2. Способ работы устройства утилизации тепла дымовых газов, по которому дымовые газы охлаждаются в газо-газовом теплообменнике, нагревая осушенные дымовые газы, конденсируют водяные пары, содержащиеся в дымовых газах в конденсаторе, нагревая часть дутьевого воздуха, отличающийся тем, что в газо-газовом теплообменнике нагревают осушенные дымовые газы за счет охлаждения исходных дымовых газов по схеме противотока без регулирования расхода газов, конденсируют водяные пары в поверхностном газозо-воздушном пластинчатом теплообменнике-конденсаторе, нагревая воздух и используют нагретый воздух для



отопления и покрытия потребности процесса горения, а конденсат после дополнительной обработки используют для восполнения потерь в теплосети или паротурбинном цикле, в газоходе холодных осушенных дымовых газов компенсируют аэродинамическое сопротивление газового тракта дополнительным дымососом, перед которым подмешивают часть подогретых осушенных дымовых газов, исключая конденсацию остаточных водяных паров, уносимых потоком из конденсатора, регулирование температуры нагретого воздуха осуществляют при помощи изменения числа оборотов дымососа в зависимости от температуры наружного воздуха.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

