



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2010114317/06, 12.04.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.04.2010

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.04.2010

(45) Опубликовано: 27.07.2011 Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2273742 C1, 10.04.2006. RU 2013572 C1,
30.05.1994. US 5007240 A, 16.04.1991. CA
2122523 A1, 31.10.1994. US 5243922 A,
14.09.1993.

Адрес для переписки:

123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1,
Национальный исследовательский центр
"Курчатовский институт", заместителю -
руководителю исполнительной дирекции С.Е.
Горчакову

(72) Автор(ы):

Столяревский Анатолий Яковлевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение "Национальный
исследовательский центр "Курчатовский
институт" (RU)

(54) СПОСОБ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

(57) Реферат:

Способ преобразования тепловой энергии в механическую, в котором в замкнутом цикле с помощью тепловой энергии проводят нагрев и испарение рабочего тела, которое подают затем на расширение в турбину. После турбины рабочее тело сорбируют в сорбенте, конденсируют и нагнетают на повторный нагрев и испарение. Причем в процессе конденсации рабочего тела одновременно ведут сорбцию части рабочего тела в сорбенте, обладающем гидрофильностью. В процессе

конденсации поддерживают давление ниже 0.1 МПа, а сорбцию рабочего тела ведут во время повышения механической нагрузки на турбину. Указанный способ позволит повысить динамические и маневренные характеристики систем преобразования тепловой энергии в электрическую, снизить расход рабочего тела, уменьшить затраты на прокачку рабочего тела и потери, связанные с его недостаточным расширением в турбине, улучшить экономические показатели энергоустановок и систем энергообеспечения. 7 з.п. ф-лы, 1 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2010114317/06, 12.04.2010**

(24) Effective date for property rights:
12.04.2010

Priority:

(22) Date of filing: **12.04.2010**

(45) Date of publication: **27.07.2011 Bull. 21**

Mail address:

**123182, Moskva, pl. Akademika Kurchatova, 1,
Natsional'nyj issledovatel'skij tsentr
"Kurchatovskij institut", zamestitelju -
rukovoditelju ispolnitel'noj direksii S.E.
Gorchakovu**

(72) Inventor(s):

Stoljarevskij Anatolij Jakovlevich (RU)

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie "Natsional'nyj issledovatel'skij
tsentr "Kurchatovskij institut" (RU)**

(54) ENERGY CONVERSION METHOD

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: heating and evaporation of working medium which is then supplied for expansion to turbine is performed in closed cycle by using heat energy to mechanical energy conversion method. After turbine the working medium is sorbed in sorbent, condensed and supplied for repeated heating and evaporation. At that, during condensation of working medium some portion of working medium is sorbed in sorbent having hydrophilic properties. Pressure below 0.1 MPa is maintained during

condensation, and sorption of working medium is performed during increase of mechanical load on turbine.

EFFECT: method will allow increasing dynamic and manoeuvring performance of conversion systems of heat energy to electric energy, reducing the flow rate of working medium, reducing the costs for pumping of working medium and losses due to its insufficient expansion in turbine, and improving economic properties of power plants and power supply systems.

8 cl, 1 dwg

RU 2 4 2 5 2 3 0 C 1

RU 2 4 2 5 2 3 0 C 1

Изобретение относится преимущественно к способам преобразования тепловой энергии в механическую (электрическую), преимущественно к ядерным энергетическим установкам и системам энергообеспечения на их основе и предназначено для обеспечения тепловой и электрической энергией потребителей, имеющих неравномерную энергетическую нагрузку.

Известны способы преобразования тепловой энергии в механическую, в том числе в ядерных энергоустановках, преобразующие первичную энергию в электрическую, которая запасается в электроаккумуляторах и затем по необходимости выводится различным потребителям электроэнергии. Значительный потенциал имеют ядерные энергоисточники, которые выгодно использовать при постоянной нагрузке, в то время как в энергосистеме существуют дневные пики и ночные провалы мощности. Из особенностей работы ядерных энергогенерирующих систем известна проблема поддержания работы ядерных реакторов на постоянной мощности при значительной разнице во временных графиках выработки и потребления энергии. Таким образом, возникает задача создания способов преобразования энергии, энергоаккумулирующих установок и систем, способных обеспечивать потребителя различными видами энергии в требуемом по условиям потребления неравномерном режиме вне зависимости от графика выработки первичной энергии.

Выравнивание графика нагрузок энергоисточников за счет применения традиционных способов накопления электроэнергии или теплоаккумулирования увеличивает стоимость производства энергии и усложняет регламент работы.

В частности, предложен способ работы электростанции с водородным аккумулятированием энергии, заключающийся в том, что воду разлагают на кислород и водород, отличающийся тем, что с целью повышения эффективности создают замкнутый цикл, где воду нагнетают насосом в пароохладитель и электролизер, из которого водород и кислород, как компоненты разложения воды, собирают в резервуары для раздельного хранения, сжигают в камере сгорания, а продукты сгорания в виде перегретого водяного пара направляют в пароохладитель, где впрыскивают воду и охлаждают перегретый водяной пар, энергию которого посредством паровой турбины, генератора, конденсатора и электродвигателя преобразуют в электрическую и тепловую энергию, а конденсат сливают в конденсатную емкость (заявка РФ на изобретение №99102865, дата публикации 2000.12.20). Недостатком данного решения является высокая стоимость и низкая эффективность аккумулятирования энергии, что связано с большими затратами на создание и эксплуатацию электролизеров (до 3000 дол. США/кВт) и систем хранения водорода и кислорода, а также относительно низким КПД паротурбинного цикла.

Более экономичное решение предложено в патенте РФ на изобретение №2023387 (дата публикации 1994.11.30), в котором перед подачей углекислого газа в теплицу осуществляют его многоступенчатое сжатие с промежуточным охлаждением в водоуглекислотных теплообменниках, аккумулятирование сжиженного углекислого газа и его хранение, при этом после хранения осуществляют нагрев его в солнечном коллекторе для получения углекислотного пара, который направляют в углекислотную турбину с регулируемым давлением на выходе турбин. Недостатками данного решения являются относительно низкий КПД углекислотного цикла и необходимость подвода углекислоты от стороннего источника.

Известен также способ энергоаккумулирования, реализованный в установке, содержащей турбину, приемник рабочего тела, подключенный к выходу турбины,

компрессор и охлаждающий теплообменник, соединенный с аккумулятором сжиженного рабочего тела, к которому подключен основной нагнетатель, установленный перед нагревающим теплообменником, включенным перед турбиной, компрессор соединен с приемником рабочего тела, выполненным в виде емкости, 5
заполненной сорбентом рабочего тела, в которой размещен встроенный теплообменник, включенный между основным нагнетателем и нагревающим теплообменником (патент РФ на изобретение №2273742, дата публикации 10.04.2006. Бюл. №10).

10 Недостатками данного решения являются относительно большой удельный расход рабочего тела углекислотного цикла, связанный с низкой теплотой испарения углекислоты, необходимость компримирования рабочего тела и хранения жидкой углекислоты.

15 Задача изобретения - создать способ преобразования тепловой энергии в механическую, в котором устранены указанные выше недостатки, и создать условия эффективного повышения коэффициента использования энергоисточника.

20 Поставленная задача решается тем, что в способе преобразования тепловой энергии в механическую, в котором в замкнутом цикле с помощью тепловой энергии проводят нагрев и испарение рабочего тела, которое подают затем на расширение в турбину, после которой рабочее тело сорбируют в сорбенте, конденсируют и нагнетают на повторный нагрев и испарение, в процессе конденсации рабочего тела одновременно ведут сорбцию части рабочего тела в сорбенте, обладающем гидрофильностью.

25 Кроме того:

- периодически удаляют рабочее тело из гидрофильного сорбента путем его нагрева;
- нагрев гидрофильного сорбента ведут с помощью рабочего тела, отбираемого в процессе расширения из турбины;

30 - в качестве рабочего тела применяют водяной пар или его смесь с неконденсируемыми газами, которые выбирают из ряда, содержащего аммиак, перфторуглероды, диоксид углерода, углеводороды, благородные газы;

35 - в качестве сорбента выбирают любое вещество из ряда молекулярное сито, цеолит, силикагель, спирт, ацетон, галогениды щелочных или щелочноземельных металлов, этаноламин, щелочи, нитраты или сочетание перечисленных материалов;

40 - нагрев и испарение рабочего тела ведут путем конвективного нагрева через теплообменные поверхности;

- в процессе конденсации поддерживают давление ниже 0.1 МПа;

45 - сорбцию рабочего тела ведут во время повышения механической нагрузки на турбину.

Примером реализации изобретения служит способ преобразования энергии, описанный ниже.

45 В излагаемом примере осуществления изобретения в качестве рабочего тела применяется водяной пар, что позволяет охарактеризовать особенности реализации изобретения применительно к процессам применения расширительных машин, в частности, на ядерных энергоустановках.

На чертеже дано схемное решение предложенного способа преобразования энергии.

50 Способ осуществляется следующим образом.

Проводят расширение водяного пара в турбине 1, а затем конденсируют водяной пар в конденсаторе 2 при давлении преимущественно ниже атмосферного за счет отвода тепла конденсации с помощью охлаждающего теплоносителя 3, проводя

одновременно сорбцию части рабочего тела в сорбенте 4 с возможностью его охлаждения с помощью охлаждающего теплоносителя 5, подавая водяной пар к сорбенту по трубопроводу 6, после чего сконденсированный водяной пар с помощью насоса 7 подают на регенеративный подогрев с помощью отбора водяного пара 8 в подогревателе 9, а затем возвращают на испарение в парогенераторе 10 с помощью тепловой энергии 12. В процессе реализации излагаемого способа преобразования энергии используют возможности нагрева сорбента 4 с помощью теплоносителя 14, нагреваемого отбором водяного пара 8 или путем непосредственной подачи водяного пара в сорбент 4. Увеличение мощности паровой турбины 1 во время повышения механической нагрузки на турбину ведут как за счет изменения подвода водяного пара с помощью стопорно-регулирующего клапана 11, так и за счет снижения давления на выходе турбины в процессе конденсации, при которой поддерживают давление ниже 0.1 МПа за счет проведения сорбции водяного пара в сорбенте 4 путем изменения подачи водяного пара по трубопроводу 6 через регулирующее устройство 13, в качестве которого может быть использован тарельчатый клапан или штоковый вентиль или любое другое устройство, влияющее на гидравлическое сопротивление прохождению водяного пара. При снижении мощности турбины 1 увеличивают отбор водяного пара 8 для нагрева сорбента 4 с целью восстановления его сорбционной емкости.

Для турбины К-1000-60/1.500-1 ХТЗ (3 ЦНД) энергоблока АЭС мощностью 1000 МВт дополнительное увеличение мощности при снижении давления отработавшего пара на -1 кПа составляет 12,75 МВт (1,28%).

В зависимости от выбранного компонента рабочего тела (вода, аммиак, диоксид углерода, углеводород и т.д.) сорбент 4 может быть как твердым (например, активированный уголь, цеолит, хлорид щелочного металла и т.д.), так и жидким (щелочной раствор, спирт, раствор этаноламина и др.), что может вызывать отличия в процессе сорбции рабочего тела 2. Например, в случае жидкого сорбента 4 для снижения тепловых потерь в режиме десорбции может применяться дефлегмация десорбируемого рабочего тела, которая, в свою очередь, может сопровождаться регенеративным нагревом.

Сорбент выбирается из материалов, обладающих гидрофильностью (хорошей смачиваемостью водой). В этот ряд входят вещества с ионными кристаллическими решетками (оксиды, гидроксиды, силикаты, сульфаты, фосфаты, глины и т.д.), вещества с полярными группами - OH, - COOH, - NO₂ и др. Две несмешивающиеся фазы (гидрофильная и гидрофобная, например, присущая находящимся в технических контурах маслам) будут находиться в таком состоянии, где поверхность их контакта будет минимальной, что позволит уменьшить влияние таких микропримесей в рабочем теле как техническое масло на эффективность и динамические характеристики сорбента.

В качестве сорбента, как уже упоминалось выше, может быть выбрано любое вещество из ряда активированный уголь, цеолит, вода, спирт, ацетон, галогениды щелочных или щелочноземельных металлов, этаноламин, щелочи, нитраты или сочетание перечисленных материалов.

В качестве рабочего тела целесообразно выбрать вещество с более низкой, чем у сорбента, точкой кипения из ряда углеводороды, вода, спирты, эфиры, фторхлоруглероды, перфторуглероды, аммиак, диоксид углерода или смесь перечисленных материалов.

Учитывая относительно невысокие коэффициенты теплоотдачи к некоторым из

предложенных сорбентов, а также с целью уменьшения потерь энергии при теплообмене сорбент 4 может содержать компоненты, увеличивающие его поверхность, выбранные из ряда: сетка, ребро, насечка, перфорированная пластина или их комбинация.

5 Таким образом, указанный способ позволит повысить динамические и маневренные характеристики систем преобразования тепловой энергии в электрическую, снизить расход рабочего тела, уменьшить затраты на прокачку рабочего тела и потери, связанные с его недостаточным расширением в турбине, улучшить экономические
10 показатели энергоустановок и систем энергообеспечения.

Формула изобретения

1. Способ преобразования тепловой энергии в механическую, в котором в замкнутом цикле с помощью тепловой энергии проводят нагрев и испарение рабочего
15 тела, которое подают затем на расширение в турбину, после которой рабочее тело сорбируют в сорбенте, конденсируют и нагнетают на повторный нагрев и испарение, отличающийся тем, что в процессе конденсации рабочего тела одновременно ведут сорбцию части рабочего тела в сорбенте, обладающем гидрофильностью.

20 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что периодически удаляют рабочее тело из гидрофильного сорбента путем его нагрева.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что нагрев гидрофильного сорбента ведут с помощью рабочего тела, отбираемого в процессе расширения из турбины.

25 4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что в качестве рабочего тела применяют водяной пар или его смесь с неконденсируемыми газами, которые выбирают из ряда, содержащего аммиак, перфторуглероды, диоксид углерода, углеводороды, благородные газы.

30 5. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что в качестве сорбента выбирают любое вещество из ряда: молекулярное сито, цеолит, силикагель, спирт, ацетон, галогениды щелочных или щелочно-земельных металлов, этаноламин, щелочи, нитраты или сочетание перечисленных материалов.

6. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что нагрев и испарение рабочего тела ведут путем конвективного нагрева через теплообменные поверхности.

35 7. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что в процессе конденсации поддерживают давление ниже 0,1 МПа.

8. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что сорбцию рабочего тела ведут во время повышения механической нагрузки на турбину.

40

45

50

