

КОРОЛЕВСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ДЕПАРТАМЕНТ ЭКОЛОГИИ
НИИ Альтернативных источников энергии

ИНФОРМАЦИОННАЯ СПРАВКА
Русскоязычная электронная версия

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ.

Разработка относится к области энергетики, а именно к способам извлечения энергии из энергонасыщенных материалов и к устройствам для их осуществления.

Разработка может быть использована в энергодобывающих и энергообразующих отраслях, в промышленной энергетике, в транспортных энергоустановках и в энергоустановках народного хозяйства.

Целью предлагаемого устройства является обеспечение экологической чистоты процесса извлечения энергии и возможность использования в качестве энергоносителей дешевых, широко распространенных материалов.

Известен способ получения энергии, состоящий в следующей последовательности операций:

- окисляют энергонасыщенный материал, например уголь, с выделением в процессе окисления тепловой энергии и продуктов окисления;
- нагревают рабочее тело, например воду, и часть ее переводят в пар;
- пар направляют в паровую турбину, в которой часть энергии пара преобразуют в кинетическую энергию вращающегося выходного вала турбины;
- кинетическую энергию выходного вала паровой турбины преобразуют в электрическую, путем сообщения вращения от вала турбины на входной вал электрогенератора, в котором электроэнергия индуцируется в проводниках, вращающихся (вместе с входным валом генератора) в магнитном поле.

Недостатками известного способа являются:

- выделение в окружающую среду вредных веществ (диоксид серы, окись углерода, диоксид азота, сероводород, фенол, аммиак, формальдегид, растворимые сульфаты), сажи и пыли;
- необходимость дополнительных, не участвующих в процессе извлечения полезной части энергии, сооружений-газоводов из топки и дымовых труб;
- невозможность повторного использования энергонасыщенных материалов;
- большое, по сравнению с заявляемым способом, количество отходов и необходимость убирать их из зоны функционирования энергообразующих устройств.

Известный способ получения энергии, имеет операции, общие с заявляемым способом:

- преобразование рабочего тела воды в пар;
- преобразование части энергии пара в кинетическую энергию вращения элементов паровой турбины;
- преобразование кинетической энергии в электрическую с использованием электрогенератора.

Поэтому он принят в качестве прототипа к предложенному способу получения энергии.

В основу разработки поставлена задача усовершенствования способа получения энергии таким образом, чтобы исключить загрязнение внешней среды, обеспечить возможность повторного (циклического) использования исходного энергонасыщенного материала, тем самым существенно уменьшить величину накапливаемых отходов и увеличить величину полезной добываемой энергии, при использовании равного по массе количества энергонасыщенного материала, по сравнению с прототипом.

Кроме того, поставлена задача обеспечить использование в качестве энергонасыщенного исходного сырья широко распространенные нетоксичные материалы.

Предлагаемый способ отличается от прототипа следующими операциями:

- расплавляют исходный энергоноситель $V_k A_i$ (V и A – компоненты химического соединения энергоносителя) путем нагревания до температуры плавления и поддержания этой температуры при переходе расчетной массы энергоносителя в жидкое состояние;

- воздействуют на расплав, содержащий ионы противоположных зарядов A и B , электрическим полем, например путем помещения в расплав электродов, подключенных к первичному электрическому источнику;

- извлекают из расплава элементы A и B , путем накапливания их на электродах, с последующим выделением из расплава;

- смешивают активный окислитель A с компонентом C и инициируют экзотермическую реакцию образования соединения $C_n A_m$, при этом получают часть тепловой энергии Q_A и перегретое рабочее тело $C_n A_m$ в газообразном состоянии;

- формируют из газовой среды $C_n A_m$ источники струй, которые располагают по окружности маховика;

- расширяют газовые струи и направляют их по касательной к окружности, используя реактивную силу этих струй для вращения маховика;

- отбирают долю тепловой энергии горячих струй Q_P на поддержание температуры расплавленного энергоносителя $V_k A_i$;

- собирают продукты расширившихся (соответственно охладившихся) струй $C_n A_m$ и охлаждают их с конденсацией до жидкого фазового состояния;

- смешивают жидкость $C_n A_m$ с компонентом B и инициируют экзотермическую реакцию, в ходе которой компонент B замещает компонент C , получают исходный энергоноситель $V_k A_i$ высвободившийся компонент C и перегретый пар избыточной части $C_n A_m$;

- преобразуют энергию перегретого пара $C_n A_m$ в часть электроэнергии W_B , после чего отработавший пар $C_n A_m$ конденсируют в жидкое состояние и направляют для повторного использования в реакции с компонентом B , при этом полученный в результате реакции $V_k A_i$ также направляют для повторного использования, тем самым завершают первый цикл многократного преобразования энергоносителя $V_k A_i$;

- направляют высвободившийся компонент C для повторного использования в реакции с компонентом A , получают рабочее тело $C_n A_m$ также для повторного использования, завершая первый цикл и приступают ко второму.

Вариантом предложенного способа получения энергии является способ, при котором в качестве энергоносителя $V_k A_i$ используют песок SiO_2 , в качестве компонента C - водород H_2 , а в качестве рабочего тела $C_n A_m$ - воду H_2O .

Вариант предложенного способа отличается от прототипа следующими операциями:

- расплавляют песок SiO_2 путем нагрева его до температуры плавления и поддерживают расчетную часть массы SiO_2 в расплавленном состоянии, непрерывно подпитывая тепловой энергией Q_p все время функционирования;
- воздействуют на расплав, содержащий ионы кремния Si^{4+} и кислорода 2O^{2-} электрическим полем, путем помещения в расплав электродов, подключенных к первичному источнику электроэнергии;
- извлекают из расплава SiO_2 кремний, путем восстановления его в зоне электрода $\text{Si}^{4+} + 4e = \text{Si}$ и в жидком разогретом виде подают кремний в зону реакции с водой;
- извлекают из расплава SiO_2 кислород, путем накопления его в зоневторого электрода и $2\text{O}^{2-} - 4e = \text{O}_2$ и выделения в верхнюю часть над уровнем расплава, откуда откачивают O_2 и подают в зону смешивания с водородом;
- смешивают кислород O_2 с водородом H_2 и инициируют экзотермическую реакцию образования H_2O в виде горячего газа;
- формируют из горячего газа H_2O (и не успевших прореагировать молекул и ионов кислорода и водорода) газовые струи, располагают их по окружности маховика и направляют их в веерном порядке по касательной к окружности, используют реактивную силу этих струй для вращения маховика, кинематически связанного с электрогенератором;
- направляют часть тепловой энергии горячих струй Q_p на поддержание в расплавленном состоянии расчетной массы SiO_2 ;
- собирают продукты расширившихся (соответственно, охладившихся) струй H_2O и охлаждают их с конденсацией до жидкого фазового состояния;
- соединяют в реакторной зоне пароводяную смесь H_2O с разогретым Si (с избытком H_2O) и инициируют химическую экзотермическую реакцию кремния с водой, в результате которой получают исходный энергоноситель SiO_2 , газообразный нагретый водород H_2 и перегретый пар H_2O ;
- направляют перегретый пар в паровую турбину, кинематически связанную с электрогенератором, вырабатывающим часть электроэнергии W_B , а отработавший пар H_2O конденсируют в жидкое состояние и направляют для повторного использования;
- направляют продукты реакции кремния с водой SiO_2 и H_2 для повторного использования, тем самым завершают первый цикл многократного преобразования SiO_2 и H_2O и приступают к последующему циклу.

Поставленная цель достигается тем, что перечисленные новые операции в предложенном способе позволяют извлечь из энергоносителя компоненты А (Si) и В (H_2), которые в параллельно проводимых экзотермических реакциях $\text{Si} + 2\text{H}_2 = \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2 + Q_1$ и $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + Q_2$ обеспечивают выделение тепловой энергии и преобразование ее в электрическую двумя параллельными ветвями:

- теплота, выделяемая при соединении кислорода с водородом, разогревает горячий газ H_2O , реактивная сила от струй этого газа вращает маховик, кинематически соединенный с электрогенератором, при этом часть тепловой энергии используется для поддержания температуры расплава SiO_2 ;

- теплота, выделяемая при реакции Si с водой, используется для нагрева водяного пара, подаваемого в паровую турбину, кинематически связанную со вторым электрогенератором.

При этом по известным операциям, совпадающими с операциями прототипа, в электрогенераторах вырабатывается электрическая энергия.

Новым является и преобразование отработавшего пара для повторного использования, а также повторное использование SiO_2 , при этом обеспечиваются замкнутые циклы многократного использования энергоносителя и рабочего тела.

Каждая из новых операций является отличительным признаком способа, а их реализация совместно с известными операциями позволяют достичь заданного технического результата.

Экологическая чистота достигается тем, что, в отличие от прототипа, во внешнюю среду не выделяется никаких вредных веществ.

Для иллюстрации положительного баланса энергии приведем пример функционирования установки, в реакциях которой будут участвовать 60 кг SiO_2 и 36 кг воды. SiO_2 содержит в химически связанном состоянии 28 кг кремния и 32 кг кислорода.

Нагреваем SiO_2 до температуры плавления и переводим его в расплав. На это необходимо затратить $\sim 94,0$ Мдж. Подключаем внешний источник тока, обеспечивающий выделение Si и O_2 из расплава, на это расходуется электрическая часть энергии, эквивалентная ~ 31 Мдж.

Следует подчеркнуть, что максимальный расход энергии на нагрев и перевод SiO_2 в расплав соответствует первому циклу запуска энергоустановки. Последующий расход энергии на поддержание температуры расплава и перевод новых порций SiO_2 в расплав не превышает 64 Мдж на каждый цикл. Осуществляем последовательно операции заявляемого способа, в ходе которых за один цикл работы выделяется:

от реакции кремния с водой **+401,28 Мдж,**

от реакции кислорода с водородом **+242,752 Мдж.**

Суммарное выделение энергии за один цикл работы энергоустановки ~ 644 Мдж.

Кремний направляют в зону водопарового реактора, где в результате взаимодействия $\text{Si} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2 = 401,28$ Мдж получаем водород и избыток тепловой энергии, который поддерживает параметры тепловой камеры и вырабатывает пар. Пар подают в паровую турбину, вращающую генератор электропитания энергоустановки. Вновь окисленный кремний SiO_2 передается на выход камеры для повторного использования, а водород - в роторное устройство с камерой сгорания водородно-кислородного двигателя с реактивными соплами.

Реакция $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 242,752$ Мдж обеспечивает положительный баланс энергии цикла энергоустановки в целом.

Роторное устройство также вращает генератор электропитания энергоустановки.

Продукты реакции, истекающие из кислородно-водородных сопел, расширяются в теплообменнике с последующей конденсацией водяного пара и воды, направляемых соответственно на вход паровой турбины и в зону водопарового редуктора для повторного использования.

Таким образом за один цикл работы энергоустановки на преобразование в электроэнергию выделяется: $644 \text{ Мдж} - 125 \text{ Мдж} = 519 \text{ Мдж}$.

В последующих циклах, за счет уменьшения потерь на нагревание SiO_2 (по сравнению с начальным запуском, где нагревание отсчитывается от уровня температуры SiO_2 равного 30°C) на каждом цикле работы будет выделяться в экзотермических реакциях ~ 549 Мдж.

Потери исходных SiO_2 и воды H_2O на каждом цикле будут зависеть от конкретной энергоустановки и определяются экспериментально. Для предварительного расчета принят коэффициент потерь SiO_2 и H_2O в размере 3% на каждый цикл.

В этом случае, за счет нового способа - повторного использования исходных энергоносителей, условный расход 96 кг увеличится за 30 циклов до 1904 кг (соответственно 1190 кг SiO_2 и 714 кг воды).

При этом для сохранения постоянного количества энергоносителя в расплаве (96 кг) необходимо компенсировать 36,4 кг SiO_2 и 14,16 кг воды.

Таким образом при расходе одного килограмма SiO_2 (в среднем за 30 первых циклов работы) выделение энергии от экзотермических реакций (за вычетом потерь на разогрев SiO_2 и поддержание электрического поля в расплаве) составит

$$(519 \text{ Мдж} + 10\,293 \text{ Мдж}) / 36,4 \text{ кг} = 297 \text{ Мдж/кг}$$

Для сравнения, при сгорании 1 кг угля в процессе работы выделяется 33,5 Мдж тепловой энергии.

Выделение энергии при расходе 1 кг SiO_2 при многократном циклическом преобразовании исходного энергоносителя назовем циклическим тепловым эффектом.

Для 30 - цикла циклический тепловой эффект SiO_2 составит 297 Мдж/кг. В период последующей работы, энергоустановки показатель будет улучшаться.

Высокий циклический тепловой эффект энергоносителя (по сравнению с тепловым эффектом известных энергоносителей у аналогов и прототипа) является преимуществом заявляемого способа.

Заявляемый способ рационально проиллюстрировать подробным описанием устройства, реализующего этот способ.

Основными элементами известного устройства являются: топка, водо-паровой котел, перегреватель, паровая турбина и электрогенератор. При этом в топке происходит окисление (сжигание) энергоносителей с выделением тепла для парообразования воды.

Недостатками известного устройства являются:

- выделение в окружающую среду вредных веществ при сжигании энергоносителя;
- невозможность повторного (циклического) использования энергоносителя;
- необходимость дополнительных, не участвующих в процессе извлечения полезной части энергии, сооружений - газоотводов из зоны горения и дымовых труб;
- усиление влияния в прилегающем к электростанции районе «парникового эффекта», обусловленного выбросом в атмосферу относительно горячих дымовых струй, содержащих CO_2 .

Сущность предлагаемого способа хорошо иллюстрируется при описании устройства, реализующего этот способ.

Поставленная цель достигается с помощью заявляемого устройства след. образом.

В устройство для получения энергии введен блок расплава 1 энергоносителя, содержащий корпус в виде замкнутой емкости, частично заполненной энергоносителем V_kA_i , содержащим химически связанные компоненты А и В, при этом нижняя часть корпуса снабжена отверстием для слива расплавленного компонента В, а в верхней части корпуса выполнено отверстие для выхода газообразного компонента А. На корпусе блока расплава установлен узел подачи энергоносителя V_kA_i 2. Ствол узла подачи сообщен с внутренней полостью корпуса блока расплава. Блок расплава снабжен узлом стартового разогрева энергоносителя 3 и агрегатом ионизации расплава, содержащим электроды Э_1

и \mathcal{E}_2 , электрически сообщенные с расплава, содержащим электроды \mathcal{E}_1 и \mathcal{E}_2 , электрически сообщенные с первичным источником электроэнергии и погруженные в энергоноситель $V_k A_i$. При этом отверстие для слива восстановленного в зоне электрода жидкого компонента V сообщено трубопроводом с входом в агрегат нагрева рабочего тела.

Агрегат нагрева рабочего тела состоит из котла, внутри корпуса которого размещен реакторный отсек 4, выполненный в виде емкости, ограниченной частью котла и верхним сводом с перфорацией для прохода компонента C_n рабочего тела.

Трубопровод с жидким компонентом V охвачен большим по диаметру трубопроводом, образуя на входе в котел концентрическое входное отверстие для рабочего тела $C_n A_m$.

В зоне смешения на входе в котел смешиваются жидкая струя компонента V и рабочее тело $C_n A_m$. При этом в реакторном отсеке проходит экзотермическая реакция с образованием тяжелого продукта $V_k A_i$ и газообразного C_n . Часть выделенного в ходе реакции тепла разогревает и переводит в парообразное состояние непрореагировавший избыток рабочего тела $C_n A_m$.

В нижней части котла вмонтирован съемный бункер 5 для энергоносителя повторного употребления $V_k A_i$. В корпусе котла выполнено магистральное отверстие для выхода парообразного рабочего тела, сообщенное трубопроводом с входом в паровую турбину, кинематически связанную с электрогенератором.

В верхней части котла выполнено отверстие, сквозь которое накопленный после прохода свода с перфорацией компонент C посредством трубопроводов поступает на вход в коллектор-распределитель. В устройстве для осуществления способа получения энергии два коллектора. Первый коллектор K_c сообщен трубопроводом с выходным отверстием котла для компонента C , а второй коллектор K_A сообщен трубопроводом с выходным отверстием блока расплава энергоносителя для компонента A , при этом вторые разветвленные выходы коллекторов K_A и K_C входят в зону реакции реактивных микродвигателей 6. Микродвигатели расположены по окружности маховика. В микродвигателях происходит экзотермическая реакция компонентов A и C с образованием перегретого газообразного продукта $C_n A_m$, истекающего из сопел микродвигателей, реактивная сила которых вращает маховик, кинетически связанные с вторым электрогенератором.

При этом горячие струи $C_n A_m$ обтекают, например, сеть тепловых трубок 7, вторые концы которых введены в зону подогрева блока расплава энергоносителя $V_k A_i$.

Зону расширившихся струй $C_n A_m$, истекающих из сопел микродвигателей, охватывает полость ресивера-конденсатора 8. В устройстве для осуществления способа получения энергии два конденсатора-охладителя. Первый конденсатор-охладитель КОТ сообщен входным патрубком с выходом паровой турбины и конденсирует отработавший пар $C_n A_m$, подавая затем конденсат на вход в агрегат нагрева рабочего тела. Второй ресивер-конденсатор (РКд) конденсирует продукты, истекающие из сопел микродвигателей. Собранный в сборниках РКд конденсат, подают посредством патрубков на вход в агрегат нагрева рабочего тела, завершая замкнутую сеть циклического кругооборота рабочего тела $C_n A_m$.

Съемный бункер для повторного использования энергоносителя $V_k A_i$ посредством агрегата замены бункеров переносят к стволу подачи энергоносителя в блок расплава, при этом второе звено загрузки узла подачи энергоносителя выдавливает повторную порцию

$B_k A_i$ из бункера в ствол подачи энергоносителя, завершая замкнутый цикл кругооборота энергоносителя, энергоносителя.

Отличительными новыми признаками заявляемого устройства являются : блок расплава энергоносителя, узел подачи энергоносителя $B_k A_i$ со звеном повторной подачи-загрузки, узел стартового разогрева со звеном повторной подачи-загрузки, узел стартового разогрева энергоносителя, агрегат ионизации расплава, агрегат нагрева рабочего тела, содержащий реакторный отсек с перфорированным сводом, съемный бункер для энергоносителя повторного употребления, коллекторы-распределители компонентов А и С, маховик, микродвигатели, расположенные по окружности маховика, сеть тепловых труб, сообщающих горячую зону газообразных продуктов $C_n A_m$ с полостью блока расплава энергоносителя, ресивер-конденсатор, охватывающий зону истечения расширяющихся (соответственно охлаждающихся) струй $C_n A_m$, агрегат замены бункеров повторного использования энергоносителя, выполнение сети трубопроводов и патрубков устройства в целом без выхода каких-либо продуктов процесса во внешнюю среду.

При функционировании устройства за счет новых элементов, работающих совместно с известными элементами - котлом и паровой турбиной, кинематически связанной с электрогенератором, выполняется поставленная цель - вырабатывается электроэнергия без загрязнения окружающей среды и с использованием в качестве энергоносителей дешевых, широко распространенных материалов.

Вариантом заявляемого устройства для получения энергии является устройство, в котором в качестве энергоносителя и рабочего тела используется песок SiO_2 и вода H_2O .

Вариантом узла стартового разогрева энергоносителя 3 является узел, содержащий параболоид, на поверхности которого нанесен зеркальный слой отражающего материала, например, выполненного по технологии неизображающей оптики. См. Roland Winston "Non-imaging optics", magazine "In world Science", N5, 1991, p.p. 43-50, USA.

Параболоид установлен над блоком расплава таким образом, что фокус отраженных от поверхности параболоида лучей попадает на верхний слой расплава SiO_2 . При этом в верхнем своде корпуса блока расплава вмонтировано прозрачное окно из высокотемпературного стекла. Этот вариант применяется вместо узлов разогрева с использованием токов сверх высокой частоты (СВЧ) для тех местностей размещения энергоустановки, где яркости Солнца достаточно для начального разогрева и расплава SiO_2 .

Экологическая чистота процесса достигается тем, что в экзотермических реакциях при функционировании устройства не вырабатываются вредные вещества, характерные для процессов, происходящих при работе аналогов.

Экологическая чистота достигается еще тем, что процессы преобразования энергоносителя и рабочего тела в заявляемом устройстве проходят внутри замкнутой сети из сообщенных между собой новых элементов, при этом вообще нет выхода газообразных продуктов во внешнюю среду.

Возможность применения дешевых, широко распространенных веществ, например, песка SiO_2 и воды H_2O в качестве энергоносителя и рабочего тела, достигается совокупностью новых элементов, в том числе обеспечением многократных циклических преобразований исходных материалов - нового элемента, которого нет ни у прототипа, ни у аналогов заявляемого устройства.

Таким образом, предлагаемый способ получения энергии обеспечивает решение поставленной задачи - получение электроэнергии экологически чистыми операциями из

дешевого, безопасного при транспортировке и эксплуатации энергоносителя.

Реализация способа возможна с помощью данного устройства. Изготовление и эксплуатация предлагаемого устройства возможна при современном уровне технологий в любой стране с развитой энергодобывающей промышленностью.

Все расчеты были проверены в Государственном Конструкторском Бюро Украины и Государственном Университете Белоруссии.