

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202191157** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2021.08.05**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.09.22**

(51) Int. Cl. **G21C 3/24** (2006.01)  
**G21C 7/02** (2006.01)  
**G21C 15/14** (2006.01)  
**G21C 7/30** (2006.01)

**(54) ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

(31) **62/753,603**

(32) **2018.10.31**

(33) **US**

(86) **PCT/US2019/052317**

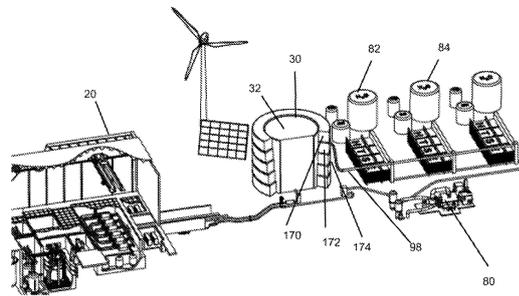
(87) **WO 2020/091911 2020.05.07**

(71) Заявитель:  
**ТЭРРЕСТРИЭЛ ЭНЕРДЖИ ЮЭсЭй,  
ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Кутш Джон Х. (US), Роденбург  
Антониус Корнелис (NL)**

(74) Представитель:  
**Медведев В.Н. (RU)**

(57) Система (10) электростанции включает узел (20) реактора на расплавах солей, термоклинную установку (30), теплообменники (70, 72, 74) с фазовым переходом и системы (80, 82, 84) для технологического тепла. Термоклинная установка (30) содержит изолированный резервуар (32), начальный вход (38), множество выходов (40, 42, 44) зон и множество градиентных зон (50, 52, 54), соответствующих каждому выходу зоны и расположенных в резервуаре одна над другой. Каждая градиентная зона (50, 52, 54) имеет часть (60, 62, 64) расплавленной соли при температуре этой части, соответствующей подаче расплавленной соли из реактора на расплавах солей, которая хранится в резервуаре и стратифицирована. Части расплавленной соли при более высоких температурах частей генерируют тепловую энергию для систем для технологического тепла, которые требуют более высоких температур, а части расплавленной соли при более низких температурах частей генерируют тепловую энергию для систем для технологического тепла, которые требуют более низких температур. Система непрерывно перекачивает подачу расплавленной соли при контролируемых скоростях для доставки подачи теплообменной среды для осуществления работы в соответствующей конкретной системе для технологического тепла.



**202191157**  
**A1**

**202191157**  
**A1**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-568396EA/55

### ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

#### Область техники, к которой относится изобретение

[0001] Настоящее изобретение относится к системе электростанции. Более конкретно, настоящее изобретение относится к типу атомной электростанции, такой как атомная электростанция с реактором на расплавах солей. Еще более конкретно, настоящее изобретение относится к системе хранения и преобразования тепловой энергии от интегрального реактора на расплавах солей в пригодную для использования энергию. Кроме того, настоящее изобретение относится к способу хранения и преобразования тепловой энергии.

#### Уровень техники

[0002] Атомная электростанция представляет собой тип тепловой электростанции с ядерным реактором в качестве главного источника тепла. В хорошо известных применениях, тепло от управляемой ядерной реакции создает пар, который приводит в действие генератор для получения электричества. Другие электростанции для получения электричества из тепловой энергии включают в себя альтернативные источники энергии, такие как солнечные и ветряные. Для этих электростанций, создающих тепловую энергию, хранение и преобразование тепловой энергии с точки зрения емкости, эффективности и пригодности для использования ограничено обычными теплообменниками и термоклинами. Для некоторых атомных электростанций, таких как электростанции на основе реактора на легкой воде (LWR, light water reactor), количество тепловой энергии является существенным, а температуры являются относительно низкими, что влияет на эффективность преобразования тепловой энергии в работу. Для атомных электростанций с определенными другими ядерными реакторами, количество тепловой энергии является существенным, и температуры исключительно высокие. Реакторы на расплавах солей (MSR), и в частности, интегральный реактор на расплавах солей (IMSR, integral molten salt reactor) генерируют этот тип ядерной тепловой энергии, которую можно использовать для термической переработки более высокого уровня, такой как гидролиз и производство аммиака. Поскольку температуры при этом гораздо выше температуры кипения воды для генерирования пара, генерирование электричества представляет собой одну из низших функций этого типа ядерной тепловой энергии.

[0003] Обычные компоненты для хранения и преобразования представляют собой теплообменники с фазовым переходом и термоклины. Опубликованы различные патенты и заявки на патенты в области теплообменников и термоклин для электростанций.

[0004] Патент США № 8739512, выданный Mills 3 июня 2014 года, описывает солнечную электростанцию с необходимостью хранения тепловой энергии из-за циклической природы солнечного света. Промежуточная установка хранения тепловой энергии является частью системы и в качестве вариантов для промежуточной установки хранения тепловой энергии описаны как термоклинные резервуары, так и установки для

хранения с фазовым переходом .

[0005] Патентная публикация США № 2018/0245485, опубликованная Conlon 30 августа 2018 года, также описывает способ генерирования электричества от солнечной электростанции. Периодичность солнечного генерирования энергии требует хранения солнечной тепловой энергии настолько эффективного насколько это возможно для использования в течение ночи. Способ описывает множество термоклинных резервуаров при различных температурах с регулируемой циркуляцией на основе перепадов температуры для цели генерирования электричества. Патент США № 9624913, выданный Friesth 18 апреля 2017 года, описывает множество термоклинных резервуаров для любого возобновляемого источника энергии (ветряного, солнечного, геотермального, и тому подобное), а не только для солнечной электростанции.

[0006] Патентная публикация США № 2012/0319410, опубликованная Ambrosek и др. 20 декабря 2012 года, описывает два модуля для хранения тепловой энергии с фазовым переходом. Взаимодействие двух модулей является более специфичным с выходом тепловой энергии между первичным модулем и вторичным модулем. Патент США № 8955320, выданный Xiang и др. 17 февраля 2015 года, также описывает известную установку для хранения тепла с фазовым переходом. Рамки патента относятся к различным способам контроля скорости загрузки тепла.

[0007] Другие ссылки рассматривают теплообменники с фазовым переходом и термоклинные установки как нечто взаимозаменяемое. Патент США № 9651313, выданный Trainham и др. 16 мая 2017 года, говорит о другой системе для термоклинного резервуара или блока для хранения с фазовым переходом. Патентная публикация США № 2017/0363368, опубликованная Vergan и др. 21 декабря 2017 года, представляет собой другую систему с множеством резервуаров, с термоклинным резервуаром и установкой для хранения с фазовым переходом, рассматриваемыми как равные альтернативы. Рассматривается, что все вспомогательные компоненты и несколько других контроллеров должны будут заменяться для реальной замены термоклинных резервуаров и теплообменников с фазовым переходом. Системы хранения тепла могут представлять собой взаимозаменяемые альтернативы для хранения и преобразования тепловой энергии, но физические компоненты реальных систем не являются взаимозаменяемыми просто как "включи и работай".

[0008] Эти известные ссылки и уровень техники компонентов для хранения и преобразования тепловой энергии не соответствуют конкретной емкости, эффективности и пригодности для использования тепловой энергии от реактора на расплавах солей.

[0009] Задачей настоящего изобретения является создание системы электростанции, которая соответствовала бы емкости тепловой энергии от интегрального реактора на расплавах солей.

[0010] Задачей настоящего изобретения является создание системы электростанции для эффективного хранения тепловой энергии от интегрального реактора на расплавах солей.

[0011] Задачей настоящего изобретения является создание системы электростанции для соответствующего использования тепловой энергии от интегрального реактора на расплавах солей.

[0012] Другой задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции с термоклинной установкой, имеющей градиентные зоны, соответствующие стратифицированным частям расплавленной соли, хранимым в термоклинной установке.

[0013] Другой задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции с теплообменниками с фазовым переходом, соответствующими каждой градиентной зоне и соответствующей части расплавленной соли.

[0014] Другой задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции для доставки подачи теплообменной среды в систему для технологического тепла.

[0015] Еще одной задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции с теплообменниками с фазовым переходом, взаимодействующими друг с другом и с соответствующей системой для технологического тепла для подачи теплообменной среды в конкретную систему для технологического тепла.

[0016] Еще одной задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции с частями расплавленной соли, протекающими непрерывно через термоклинную установку, согласно потребностям в энергии конкретной системы для технологического тепла.

[0017] Еще одной задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции, которая доставляет подачу теплообменной среды в систему для технологического тепла, определяемую частью расплавленной соли и смежным теплообменником с фазовым переходом.

[0018] Другой задачей настоящего изобретения является создание вариантов осуществления системы электростанции для безопасной и эффективной компенсации динамических изменений при возникновении избытков тепловой энергии и потребностей в тепловой энергии систем для технологического тепла.

[0019] Эти и другие задачи и преимущества настоящего изобретения станут понятными при чтении следующего далее описания и прилагаемой формулы изобретения.

### **Сущность изобретения**

[0020] Варианты осуществления настоящего изобретения включают систему электростанции, содержащую узел реактора на расплавах солей, имеющего подачу расплавленной соли при первой температуре, термоклинную установку в сообщении по текучей среде с узлом реактора на расплавах солей, множество теплообменников с фазовым переходом в сообщении по текучей среде с термоклинной установкой и множество систем для технологического тепла. Узел реактора на расплавах солей

содержит выход для расплавленной соли и возвратную линию для соли. Термоклинная установка содержит изолированный резервуар с верхним концом и нижним концом, начальный вход в сообщении по текучей среде с выходом для расплавленной соли реактора на расплавах солей, множество выходов зон, расположенных друг над другом от верхнего конца до нижнего конца резервуара, и множество градиентных зон в резервуаре. Каждый выход зоны определяет соответствующую градиентную зону. Градиентные зоны могут располагаться друг над другом от нижнего конца до верхнего конца резервуара. Каждая градиентная зона может иметь часть расплавленной соли при некоторой температуре этой части. Градиентные зоны резервуара соответствуют тепловым границам между стратифицированными частями расплавленной соли подачи расплавленной соли в термоклине. Эти части расплавленной соли разделены по плотности так, что формируется множество тепловых границ, и они сохраняют разную тепловую энергию в каждой части расплавленной соли при соответствующих температурах частей.

[0021] Настоящее изобретение включает в себя каждый теплообменник с фазовым переходом в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом, соответствующей градиентной зоной и смежным теплообменником с фазовым переходом. Каждый теплообменник с фазовым переходом содержит в себя впуск соли в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом зоны, выход соли в сообщении по текучей среде с возвратной линией для соли в узле реактора на расплавах солей и подачу теплообменной среды в отношениях теплообмена с соответствующей частью расплавленной соли соответствующей градиентной зоны. В некоторых вариантах осуществления, подача теплообменной среды находится также в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником с фазовым переходом. Тепловая энергия может переноситься между теплообменниками с фазовым переходом так, что система электростанции может изолировать тепловую энергию при конкретной температуре части для использования системой для технологического тепла или для контроля разделения тепловой энергии между несколькими частями с разными температурами для использования двумя различными системами для технологического тепла.

[0022] Каждая система для технологического тепла находится в сообщении по текучей среде по меньшей мере с одним теплообменником с фазовым переходом. Системы для технологического тепла принимают пригодную для использования тепловую энергию при некоторой температуре части, соответствующей этому процессу. Например, система электростанции может обеспечивать тепловую энергию при более высокой температуре части для системы для технологического тепла для гидролиза и тепловую энергию при более низкой температуре части для системы для технологического тепла для генерирования электричества. Тепловая энергия распределяется так, что количество и подача высокотемпературной расплавленной соли при первой температуре из интегрального реактора на расплавах солей (IMSR) не является единственным отношением теплообмена с системами для технологического тепла. Подача расплавленной соли IMSR может эффективно храниться и преобразовываться в

пригодную для использования тепловую энергию для нескольких систем для технологического тепла.

[0023] Варианты осуществления настоящего изобретения включают в себя способ хранения и преобразования тепловой энергии. Способ включает генерирование подачи расплавленной соли при первой температуре из узла реактора на расплавах солей и протекание или прокачку подачи расплавленной соли в термоклинную установку. Подача расплавленной соли стратифицируется в термоклинной установке так, что формирует множество частей расплавленной соли слоями. Каждая часть расплавленной соли имеет некоторую температуру части и соответствует градиентной зоне термоклинной установки. Температура каждой части соответствующей градиентной зоны выше температуры соответствующей части соответствующей градиентной зоны, расположенной под соответствующей градиентной зоной. Способ также включает в себя протекание или перенос частей расплавленной соли в соответствующих градиентных зонах через соответствующие выходы зон во множество теплообменников с фазовым переходом. Каждый теплообменник с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником с фазовым переходом и с реактором на расплавах солей через соответствующую градиентную зону. По меньшей мере одна подача действующей тепловой энергии генерируется из множества теплообменников с фазовым переходом и частей расплавленной соли. По меньшей мере одна подача действующей тепловой энергии доставляется по меньшей мере в одну систему для технологического тепла в сообщении по текучей среде с соответствующим теплообменником с фазовым переходом. Система для технологического тепла принимает пригодную для использования тепловую энергию для конкретного функционирования системы для технологического тепла, даже если подача расплавленной соли из IMSR имеет гораздо более высокую первую температуру чем температура части, соответствующая по меньшей мере одной подаче действующей тепловой энергии.

[0024] В некоторых вариантах осуществления, способ включает генерирование нескольких подач действующей тепловой энергии. Первый теплообменник с фазовым переходом и второй теплообменник с фазовым переходом генерируют первую подачу действующей тепловой энергии и вторую подачу тепловой энергии, соответственно. Эти две различных подачи тепловой энергии могут представлять собой подачу для получения аммиака в качестве первой системы для технологического тепла и подачу для генерирования электричества в качестве второй системы для технологического тепла. Обе системы для технологического тепла могут эффективно и одновременно принимать пригодную для использования тепловую энергию для двух функций, даже если подача расплавленной соли из IMSR имеет гораздо более высокую первую температуру, чем температура части, соответствующая первой подаче действующей тепловой энергии или второй подаче действующей тепловой энергии. Дополнительный теплообменник с фазовым переходом может генерировать дополнительную подачу действующей тепловой энергии для дополнительной системы для технологического тепла. Способ может

включать множество подач действующей тепловой энергии из одной подачи расплавленной соли.

### **Краткое описание чертежей**

[0025] Фиг. 1 представляет собой схематический вид спереди варианта осуществления системы электростанции по настоящему изобретению.

[0026] Фиг. 2 представляет собой схематический вид сзади варианта осуществления Фиг. 1, показывающий другую сторону термоклинной установки.

[0027] Фиг. 3 представляет собой частичный схематический вид спереди первого альтернативного варианта осуществления системы электростанции с расположенными друг над другом теплообменниками с фазовым переходом вокруг термоклинной установки.

[0028] Фиг. 4 представляет собой частичный схематический вид спереди второго альтернативного варианта осуществления системы электростанции с термоклинной установкой, содержащей кольцевой резервуар вокруг расположенных друг над другом теплообменников с фазовым переходом.

[0029] Фиг. 5 представляет собой иллюстрацию блок-схемы системы электростанции и способ получения тепловой энергии по настоящему изобретению.

### **Подробное описание изобретения**

[0030] Тепловая энергия от интегрального реактора на расплавах солей (IMSR) требует учитывать количество тепловой энергии и исключительно высокие температуры подачи расплавленной соли, генерируемой IMSR. Обычные термоклины имеют емкость хранения для этого количества тепловой энергии, но тепловая энергия становится менее полезной, в особенности, для высокотемпературной системы для технологического тепла или системы для технологического тепла с высокой разностью температур. При хранении такого большого количества тепловой энергии, тепловая энергия хранится при температуре, которая уменьшает функциональность большого количества тепла от IMSR. Обычные теплообменники с фазовым переходом обладают эффективностью преобразования тепловой энергии при более высоких температурах, но фазовый переход является настолько динамичным, что емкость хранения является очень низкой. Настоящее изобретение включает систему 10 атомной электростанции и способ для тепловой энергии, соответствующий конкретным обстоятельствам реакторов на расплавах солей и, в частности, IMSR.

[0031] Обращаясь к Фиг. 1, 2 и 5, здесь, вариант осуществления системы 10 электростанции содержит узел 20 реактора на расплавах солей, содержащий подачу 22 расплавленной соли при первой температуре, термоклинную установку 30 в сообщении по текучей среде с реактором на расплавах солей, множество теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом в сообщении по текучей среде с термоклином 30 и множество систем 80, 82 84 для технологического тепла в сообщении по текучей среде по меньшей мере с одним теплообменником 70, 72, 74 с фазовым переходом.

[0032] Узел 20 реактора на расплавах солей может включать в себя выход 24

расплавленной соли и возвратную линию 26 для соли. Узел 20 реактора на расплавах солей содержит реактор на расплавах солей с ядерной расплавленной солью или топливной солью. Ядерная расплавленная соль или топливная соль представляет собой соль с ядерным топливом, таким как четырехфтористый уран, и ядерная расплавленная соль или топливная соль на самом деле никогда не покидает узел 20 реактора на расплавах солей из-за проблем, связанных с опасностью для здоровья и безопасностью. В узле 20 реактора на расплавах солей могут содержаться коллекторы и вторичные теплообменники для отработки этих ядерных аспектов реактора на расплавах солей или IMSR. Эти компоненты известны в литературе как информация предыдущего уровня техники и эти компоненты могут использовать соляные теплоносители для распределения ядерного топлива и тепла от топливной соли. Различные контуры теплообмена соляных теплоносителей в узле 20 реактора на расплавах солей могут считаться частью узла 20 реактора на расплавах солей. Для настоящего изобретения, узел 20 реактора на расплавах солей содержит подачу 22 расплавленной соли или рабочую соль при первой температуре на выходе 24 расплавленной соли. Подача 22 расплавленной соли или рабочая соль не является радиоактивной и не представляет собой ядерную расплавленную соль или топливную соль прямо из реактора. На практике, подача 22 расплавленной соли или рабочая соль на выходе 24 расплавленной соли имеет температуру примерно 600 градусов С, и подача 22 расплавленной соли или рабочая соль чаще всего находится в отношениях теплообмена с соляным теплоносителем узла 20 реактора на расплавах солей. Подача 22 расплавленной соли или рабочая соль не находится в контакте с ядерным топливом топливной соли. Как известно из уровня техники, узел 20 реактора на расплавах солей может содержать реактор и другие компоненты для удаления радиоактивности. Для настоящего изобретения, узел 20 реактора на расплавах солей содержит вход 22 расплавленной соли и выход 24 расплавленной соли. Подача 22 расплавленной соли в сообщении по текучей среде с термоклинной установкой 30 не является радиоактивной и может представлять собой результат одного или двух других отношений теплообмена и множества взаимодействий, которые преобразуют ядерную тепловую энергию в другую тепловую энергию для хранения или переработки, или для того и другого.

[0033] Расплавленная соль в возвратной линии 26 для соли находится при температуре более низкой, чем первая температура. Расплавленная соль в возвратной линии 26 может повторно использоваться для охлаждения других ядерных реакций и повторно нагреваться в подачу 22 расплавленной соли при первой температуре через выход 24 расплавленной соли. Узел 20 реактора на расплавах солей может включать в себя интегральный реактор на расплавах солей (IMSR). Более компактный и заменяемый IMSR представляет собой один из вариантов осуществления системы 10 электростанции по настоящему изобретению. Узел 20 реактора на расплавах солей может представлять собой IMSR с основными блоками и другими компонентами и соединениями для ядерной реакции, как показано на Фиг. 1 и 2. В некоторых вариантах осуществления, подача 22 расплавленной соли или рабочая соль состоит из солей носителей, таких как нитраты и

хлориды. В противоположность этому, ядерное топливо в ядерной расплавленной соли или топливной соли может представлять собой четырехфтористый уран, который не может безопасно покидать узел 20 реактора на расплавах солей. Тритий в ядерной расплавленной соли или топливной соли из ядерной реакции должен удаляться, а другие компоненты в узле 20 реактора на расплавах солей, например, теплообменные контуры с соляным теплоносителем, могут осуществлять это удаление. Соли носители или рабочая соль, могут покидать узел 20 реактора на расплавах солей и могут выбираться из группы, состоящей из фторидных солей. Можно выбирать другие семейства солей, например три различных хлоридных соли, бериллия, калия и даже циркония также могут рассматриваться. В настоящем изобретении, подача 22 расплавленной соли представляет собой смесь с различными плотностями. В подаче 22 расплавленной соли или рабочей соли имеются по меньшей мере две различные расплавленные соли, так что имеются, по меньшей мере, две плотности. Подача 22 расплавленной соли должна иметь возможность для разделения на различные слои по плотности.

[0034] Один из вариантов осуществления термоклинной установки 30 содержит изолированный резервуар 32 с верхним концом 34 и нижним концом 36, с начальным входом 38 в сообщении по текучей среде с выходом расплавленной соли реактора на расплавах солей, множество выходов 40, 42, 44 зон, расположенных от верхнего конца 34 до нижнего конца 36 изолированного резервуара 32, и множество градиентных зон 50, 52, 54 в изолированном резервуаре 32. Изолированный резервуар 32 может также содержать внутри обычные компоненты, такие как графитовые или песчаные стоки для тепла как плотный материал для поглощения дополнительного тепла. Обычные термоклинные компоненты известны из уровня техники.

[0035] Изолированный резервуар 32 может быть в целом цилиндрическим с начальным входом 38 на верхнем конце 34 или вблизи него. Подача 22 расплавленной соли поступает в изолированный резервуар 32 через начальный вход 38 и должна оседать в изолированном резервуаре 32. Выходы 40, 42, 44 зон распределены между верхним концом 34 и нижним концом 36. Выходы 40, 42, 44 зон могут располагаться линейно или со смещением друг от друга, но выходы 40, 42, 44 зон должны располагаться на различных расстояниях от верхнего конца 34 изолированного резервуара 32. Каждый выход 40, 42, 44 зоны определяет соответствующую градиентную зону 50, 52, 54. Эти градиентные зоны 50, 52, 54 расположены друг над другом между верхним концом 34 и нижним концом 36 в соответствии с различными расстояниями от верхнего конца 34 изолированного резервуара 32 выходов 40, 42, 44 зон.

[0036] Каждая градиентная зона 50, 52, 54 имеет часть 60, 62, 64 расплавленной соли при некоторой температуре этой части. Когда подача 22 расплавленной соли оседает в изолированном резервуаре 32, части 60, 62, 64 расплавленной соли образуют стратифицированные слои. Подача 22 расплавленной соли состоит из различных солей с различными плотностями; таким образом, изолированный резервуар 32 дает возможность для разделения подачи 22 расплавленной соли на эти различные части. Имеются тепловые

границы между смежными частями 60, 62, 64 расплавленной соли, функционирующие как обычные тепловые границы в обычных термоклинах. В настоящем изобретении, термоклинная установка 30 содержит компоненты для учета множества тепловых границ и различных частей 60, 62, 64 расплавленной соли, разделенных и изолированных множеством тепловых границ.

[0037] Температура каждой части соответствующей градиентной зоны 50, 52, 54 выше, чем соответствующая температура части соответствующей градиентной зоны 50, 52, 54, расположенной под соответствующей градиентной зоной 50, 52, 54. На Фиг. 5, в качестве примера, часть 62 расплавленной соли в градиентной зоне 52 имеет температуру части ниже, чем часть 60 расплавленной соли в градиентной зоне 50 и выше, чем часть 64 расплавленной соли в градиентной зоне 54. Градиентные зоны 50, 52, 54 могут устанавливаться посредством размещения соответствующих выходов 40, 42, 44 зон с тем, чтобы они соответствовали стратификации подачи 22 расплавленной соли на части 60, 62, 64 расплавленной соли, слоями.

[0038] В одном из вариантов осуществления, начальный вход 38 термоклинной установки 30 соединен с верхним концом 34 изолированного резервуара 32 так, чтобы определять верхний выход 40 зоны рядом с верхним концом 34 изолированного резервуара 32 и соответствующую верхнюю градиентную зону 50 с верхней частью 60 расплавленной соли при температуре верхней части, как показано на Фиг. 2 и 5. Фиг. 1-2 также показывают дополнительные входы 38А вблизи нижнего конца 36 изолированного резервуара 32 и между нижним концом 36 и верхним концом 34 изолированного резервуара 32. Может иметься множество входов 38, 38А, 38А для получения нескольких соединений по текучей среде с термоклинной установкой 30. Подача 22 расплавленной соли должна иметь время для оседания, так что инжектирование на множестве уровней в изолированном резервуаре 32 представляет собой один из вариантов осуществления настоящего изобретения. Начальный вход 38 на верхнем конце 34 представляет собой только один из вариантов осуществления настоящего изобретения. Первая температура подачи 22 расплавленной соли остается выше, чем температура верхней части 60 расплавленной соли, но температуры частей 62, 64 расплавленной соли под верхней частью 60 расплавленной соли понижаются в направлении нижнего конца 36 изолированного резервуара 32.

[0039] В некоторых вариантах осуществления, каждый теплообменник 70, 72, 74 с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом 40, 42, 44 зоны и с соответствующей градиентной зоной 50, 52, 54. Фиг. 1, 2 и 5 показывают, что каждый теплообменник 70, 72, 74 с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником 72, 74, 70 с фазовым переходом и с узлом 20 реактора на расплавах солей, конкретно, через соответствующий выход 40, 42, 44 зоны термоклинной установки 30 и начальный вход 38 термоклинной установки 30.

[0040] Фиг. 1, 2 и 5 также показывают, что каждый теплообменник 70, 72, 74 с

фазовым переходом содержит впуск 70А, 72А, 74А соли в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом 40, 42, 44 зоны, выход 70В, 72В, 74В соли в сообщении по текучей среде с возвратной линией 26 для соли узла 20 реактора на расплавах солей, и подачу 70С, 72С, 74С теплообменной среды в отношениях теплообмена с соответствующей частью 60, 62, 64 расплавленной соли соответствующей градиентной зоны 50, 52, 54.

[0041] Варианты осуществления настоящего изобретения включают в себя подачу 70С, 72С, 74С теплообменной среды в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником 72, 74, 70 с фазовым переходом. Тепловая энергия может проходить между теплообменниками 70, 72, 74 с фазовым переходом для совместного воздействия. Например, если имеется потребность в тепловой энергии при температуре части, соответствующей части 62 расплавленной соли, тогда тепловая энергия части 60 расплавленной соли может переноситься в теплообменник 72 с фазовым переходом через теплообменник 70 с фазовым переходом. Более высокая температура части 60 расплавленной соли может по-прежнему быть полезной при возникновении потребности в тепловой энергии при другой температуре.

[0042] Фиг. 1 и 2, каждая, показывают подачу теплообменной среды, включающую в себя подачу 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли. Отношения теплообмена в каждом теплообменнике 70, 72, 74 с фазовым переходом может осуществляться между соответствующими частями 60, 62, 64 расплавленной соли и отдельной теплообменной средой, такой как подача 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли. Подача 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли переносит тепловую энергию в системы 80, 82, 84 для технологического тепла в контуре отдельном от подачи 22 расплавленной соли, частей 60, 62, 64 расплавленной соли и возвратной линии 26 в узел 20 реактора на расплавах солей, как на Фиг. 5. Могут иметься другие обычные компоненты в теплообменниках 70, 72, 74 с фазовым переходом, такие как теплообменные среды, переносящие тепло между частями 60, 62, 64 расплавленной соли и возможными подачами 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли.

[0043] Подача 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли никогда не бывает такой же, как подача 22 расплавленной соли, части 60, 62, 64 расплавленной соли и возвратная линия 26. Фиг. 1 показывает варианты осуществления с одним контуром из подачи 22 расплавленной соли, частей 60, 62, 64 расплавленной соли, теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом и возвратной линии 26. Имеется контур для возвращения расплавленной соли обратно в узел 20 реактора на расплавах солей после того как тепловая энергия подачи 22 расплавленной соли используется при первой температуре. Подача 22 расплавленной соли или рабочая соль ближе к радиоактивности в узле 20 реактора на расплавах солей, так что эта подача 22 расплавленной соли никогда не откачивается и не транспортируется через электростанцию - это часть собственной безопасности общей системы IMSR.

[0044] Поддачи 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли герметично отделяются

от подачи 22 расплавленной соли и не имеют сообщения по текучей среде с подачей 22 расплавленной соли. Подачи 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли находятся в отношениях теплообмена с соответствующими частями 60, 62, 64 расплавленной соли подачи 22 расплавленной соли. Подачи 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли могут также состоять из солей носителей, таких как нитраты, хлориды и фториды. Ядерных компонентов в этих подачах 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли нет, но также могут выбираться другие семейства солей. Требования существования смеси или множества различных плотностей для подач 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли нет.

[0045] Фиг. 3 и 4 показывают различные варианты осуществления множества теплообменников 70, 72, 74, 170, 172, 174, 270, 272, 274 с фазовым переходом. Фиг. 1 и 2 показывают теплообменники 70, 72, 74 с фазовым переходом, расположенные в виде ряда. Теплообменники 70, 72, 74 с фазовым переходом могут представлять собой отдельные установки со стандартными соединениями трубопроводов, насосов и клапанов. Теплообменники 70, 72, 74 с фазовым переходом не находятся в каком-либо физическом контакте с термоклинной установкой 30. Фиг. 3 показывает другой вариант осуществления теплообменников 170, 172, 174 с фазовым переходом, расположенных друг над другом вокруг изолированного резервуара 32. Выходы зон термоклинной установки, впуски соли теплообменников 170, 172, 174 с фазовым переходом, выходы соли теплообменников 170, 172, 174 с фазовым переходом и подачи теплообменной среды теплообменников 170, 172, 174 с фазовым переходом не показаны подробно. Стандартные соединения трубопроводов, насосов и клапанов, составляющих эти компоненты, известны специалистам в данной области. В конфигурации расположения друг над другом, эти компоненты все вместе могут быть ближе для более эффективных отношений теплообмена и уменьшения теряемого тепла в трубопроводах.

[0046] Фиг. 4 показывает другой альтернативный вариант осуществления с резервуаром термоклинной установки 30, состоящим из кольцевого резервуара 232, определяющего центральную область 233. В этом варианте осуществления, множество теплообменников 270, 272, 274 с фазовым переходом расположены друг над другом в центральной области 233 кольцевого резервуара 232. Выходы зон термоклинной установки, впуски соли теплообменников 170, 172, 174 с фазовым переходом, выходы соли теплообменников 270, 272, 274 с фазовым переходом и подачи теплообменной среды теплообменников 270, 272, 274 с фазовым переходом также не показаны подробно. Стандартные соединения трубопроводов, насосов и клапанов, составляющих эти компоненты, известны специалистам в данной области. В конфигурации расположения друг над другом для кольцевого резервуара 232, эти компоненты также могут все вместе быть ближе для более эффективных отношений теплообмена и даже для уменьшения потери тепла в трубопроводах. В особенности, для термоклинной установки 232 вокруг теплообменников 270, 272, 274 с фазовым переходом имеется большее уменьшение потерь тепла.

[0047] Фиг. 1, 3 и 4 показывают схематические виды систем 80, 82, 84 для технологического тепла по настоящему изобретению. Множество систем 80, 82, 84 для технологического тепла могут представлять собой систему 84 обессоливания, систему 82 получения водорода, такую как система высокотемпературного электролиза водяного пара (HTSE), или систему 80 генерирования электричества. Система 80, 82, 84 для технологического тепла относится к любому устройству, которое использует тепловую энергию. Система 10 электростанции контролирует тепловую энергию от IMSR, которая должна эффективно храниться, преобразовываться и распределяться в любую систему 80, 82, 84 для технологического тепла. Системы 80, 82, 84 для технологического тепла имеют разные требования к тепловой энергии в терминах температуры и количества. Система 10 электростанции позволяет обеспечивать эффективную тепловую энергию при желаемой температуре, даже если она ниже и даже если она выше критической температуры перегрева для некоторых систем для технологического тепла.

[0048] Дополнительные варианты осуществления показаны на Фиг. 1-5, где вторичная система 90, 92 тепловой энергии имеет подачу 94, 96 тепловой энергии при вторичной температуре и находится в отношениях теплообмена с термоклинной установкой 30. Система 10 электростанции не ограничивается узлом 20 реактора на расплавах солей как единственным источником тепловой энергии. Схематически показаны дополнительные системы 90, 92 тепловой энергии. Вторичная система 90, 92 тепловой энергии может находиться в отношениях теплообмена по меньшей мере с одной подачей 70С, 72С, 74С теплообменной среды. В частности, имеется отношение теплообмена с соответствующим теплообменником 70, 72, 74 с фазовым переходом, с соответствующей градиентной зоной термоклинной установки 30, содержащей соответствующую часть расплавленной соли при соответствующей температуре части. Когда соответствующая температура части ниже, чем вторичная температура, вторичная система 90, 92 тепловой энергии переносит тепловую энергию в подачу 70С, 72С, 74С теплообменной среды для использования в системах 80, 82, 84 для технологического тепла. Вторичная система 90, 92 тепловой энергии является независимой от подачи 22 расплавленной соли из узла 20 реактора на расплавах солей. Вторичная система 90, 92 тепловой энергии представляет собой альтернативный вариант осуществления для получения резервной тепловой энергии от этих альтернативных источников энергии. Также возможны другие соединения для переноса тепловой энергии от вторичных систем 90, 92 тепловой энергии.

[0049] Фиг. 1-5 показывают вторичную систему тепловой энергии как ветрогенератор 90 энергии и/или солнечный генератор 92 энергии. Имеется конкретная совместимость системы 10 электростанции и этих альтернативных источников энергии. Например, имеется несовместимость с солнечным генератором 92 энергии, из-за отсутствия солнечного света ночью. Низкий уровень тепловой энергии в ночное время непригоден для систем 80, 82, 84 для технологического тепла. Однако, в качестве дополнения к системе 10 электростанции по настоящему изобретению, теперь можно

использовать теряемую ранее тепловую энергию. Подобным же образом, когда нет ветра, ветрогенератор 90 энергии может по-прежнему производить полезную тепловую энергию, которая ранее терялась без преобразования в системах 80, 82, 84 для технологического тепла.

[0050] Настоящее изобретение включает в себя способ использования системы 10 электростанции для тепловой энергии, в частности, для хранения и преобразования тепловой энергии от IMSR. Фиг. 5 иллюстрирует вариант осуществления способа. Подача 22 расплавленной соли при первой температуре генерируется узлом 20 реактора на расплавах солей. Этот узел 20 реактора на расплавах солей может содержать IMSR или другой реактор с солью. Подача 22 расплавленной соли при первой температуре очень горячая и покидает узел 20 реактора на расплавах солей через выход 24 расплавленной соли. В некоторых вариантах осуществления, первая температура может составлять примерно 650 градусов Цельсия. Использованная расплавленная соль возвращается в узел 20 реактора на расплавах солей через возвратную линию 26 для соли для рециклирования расплавленной соли. После ухода из узла 20 реактора на расплавах солей, подача 22 расплавленной соли протекает в термоклинную установку 30 в сообщении по текучей среде с узлом 20 реактора на расплавах солей. Этап протекания может представлять собой прокачку или любой другой известный способ транспортировки расплавленной соли. Могут присутствовать природные циркуляционные силы или даже насосы. Термоклинная установка 30 способа представляет собой термоклинную установку 30 на Фиг. 1-2 с изолированным резервуаром 32 с верхним концом 34 и нижним концом 36, с начальным входом 38 в сообщении по текучей среде с выходом 24 расплавленной соли узла 20 реактора на расплавах солей, со множеством выходов 40, 42, 44 зон, расположенных от верхнего конца 34 до нижнего конца 36 изолированного резервуара 32, и со множеством градиентных зон 50, 52, 54 в изолированном резервуаре 32. Каждый выход 40, 42, 44 зоны определяет соответствующую градиентную зону 50, 52, 54, и градиентные зоны 50, 52, 54 располагаются друг над другом между верхним концом 34 и нижним концом 36. В этой термоклинной установке 30, способ включает стратификацию подачи 22 расплавленной соли в изолированном резервуаре 32 термоклинной установки 30 таким образом, чтобы образовалось множество частей 60, 62, 64 расплавов солей. Каждая часть 60, 62, 64 расплавленной соли имеет температуру части и соответствующую градиентную зону 50, 52, 54.

[0051] Этап стратификации создает множество тепловых границ между частями 60, 62, 64 расплавленной соли. Эти тепловые границы изолируют слои частей 60, 62, 64 расплавленной соли друг от друга, точно также как обычное или даже встречающееся в природе озеро с термоклином хранит тепловую энергию в различных слоях воды. В настоящем изобретении, способ включает стратификацию подачи 22 расплавленной соли, включая стратификацию по плотности из-за различий солей в смеси. После разделения по плотности, подача 22 расплавленной соли разделяется также по температуре, с получением в результате в каждой части 60, 62, 64 расплавленной соли при

соответствующей температуре части. В одном из вариантов осуществления, температура каждой части расплавленной соли в соответствующей градиентной зоне выше, чем соответствующая температура части в соответствующей части расплавленной соли в градиентной зоне, расположенной под соответствующей градиентной зоной.

[0052] Кроме того, способ включает протекание частей 60, 62, 64 расплавленной соли в соответствующих градиентных зонах 50, 52, 54 через соответствующие выходы 40, 42, 44 зон во множество теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом. Эти теплообменники 70, 72, 74 с фазовым переходом представляют собой теплообменники с фазовым переходом на Фиг. 1-2. Каждый теплообменник 70, 72, 74 с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником 72, 74, 70 с фазовым переходом и с узлом 20 реактора на расплавах солей (через термоклинную установку 30). Подача 22 расплавленной соли возвращается обратно в узел 20 реактора на расплавах солей из теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом через возвратную линию 26 для соли. Подача 22 расплавленной соли может повторно нагреваться с помощью известных компонентов, таких как коллекторы и другие теплообменники, взаимодействующие с ядерным реактором и ядерной расплавленной солью. Не используется никакой радиоактивной или ядерной соли, покидающей узел 20 реактора на расплавах солей, по настоящему изобретению.

[0053] Варианты осуществления способа дополнительно включают генерирование по меньшей мере одной подачи 98, 99 действующей тепловой энергии из множества теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом и частей 60, 62, 64 расплавленной соли. Подача 98, 99 действующей тепловой энергии представляет собой пригодную для использования подачу тепловой энергии для системы 80, 82, 84 для технологического тепла. Действующая тепловая энергия 98, 99 является более эффективной для выбранной системы 80, 82, 84 для технологического тепла, чем исходная тепловая энергия из подачи 22 расплавленной соли прямо из узла 20 реактора на расплавах солей. Термин "действующая" означает, что тепловая энергия 98, 99 более эффективная и более совместимая, чем исходная тепловая энергия. Действующая тепловая энергия 98, 99 может иметь более низкую температуру, чем первая температура подачи 22 расплавленной соли для систем 80 для технологического тепла, подобных электрогенераторам. Но действующая тепловая энергия 98, 99 также может иметь более высокую температуру, чем первая температура подачи 22 расплавленной соли, для других систем для технологического тепла, которые требуют перегрева или "подпитки" тепловых систем. Некоторые виды высокотемпературного электролиза водяного пара (HTSE) могут использовать подачу перегретой теплообменной среды.

[0054] Варианты осуществления способа также включают доставку по меньшей мере одной подачи 98, 99 действующей тепловой энергии по меньшей мере в одну систему 80, 82, 84 для технологического тепла в сообщении по текучей среде с соответствующим теплообменником 70, 72, 74 с фазовым переходом. Этап доставки сходен с этапом протекания. Этап доставки включает любой известный из уровня техники

способ переноса тепловой энергии от подач 70С, 72С, 74С теплообменной среды. Например, он может включать прокачку подачи 70С, 72С, 74С теплообменной среды в электрогенератор 80, то есть в паровой генератор для вращения турбины с получением электричества. Подача 70С, 72С, 74С теплообменной среды каждого теплообменника 70, 72, 74 с фазовым переходом изолируется по отношению к подаче 22 расплавленной соли. Нет сообщения по текучей среде подачи 22 расплавленной соли для прямой прокачки в систему 80, 82, 84 для технологического тепла. Подача 22 расплавленной соли взаимодействует ближе к ядерным компонентам и не имеет контура циркуляции за теплообменниками 70, 72, 74 с фазовым переходом. Подача 70С, 72С, 74С теплообменной среды может дополнительно взаимодействовать с другими теплообменниками под контролем системы 10 электростанции. Например, подача 72С теплообменной среды может доставлять подачу действующей тепловой энергии в систему получения водорода как систему 82 для технологического тепла. Подача 72С теплообменной среды может по-прежнему содержать полезную тепловую энергию для более низкой температуры. Таким образом, подача 72С теплообменной среды может также доставлять подачу действующей тепловой энергии паровому генератору электрогенератора как системе 80 для технологического тепла. Эта подача 72С теплообменной среды возвращается обратно в соответствующий теплообменник 72 с фазовым переходом для повторной загрузки с задачей дальнейшей работы по доставке другой подачи действующей тепловой энергии.

[0055] Один из альтернативных вариантов осуществления настоящего изобретения включает этап генерирования, включающий в себя генерирование первой подачи 98 действующей тепловой энергии из одного из множества теплообменников 70 с фазовым переходом и соответствующей части 60 расплавленной соли и генерирование второй подачи 99 действующей тепловой энергии из другого из множества теплообменников 72 с фазовым переходом и другой соответствующей части 62 расплавленной соли. Подача 22 расплавленной соли может иметь такую высокую тепловую энергию, что можно сформировать несколько подач 98, 99 действующей тепловой энергии системы 10 электростанции. В этом варианте осуществления, этап доставки включает доставку первой подачи 98 действующей тепловой энергии в первую систему 82 для технологического тепла в сообщении по текучей среде с одним из множества теплообменников 72 с фазовым переходом и доставку второй подачи 99 действующей тепловой энергии во вторую систему 84 для технологического тепла в сообщении по текучей среде с другим из множества теплообменников 74 с фазовым переходом. Большая емкость и высокая температура подачи 22 расплавленной соли позволяют питать несколько систем 80, 82, 84 для технологического тепла, даже системы 80, 82, 84 для технологического тепла, требующие различных частей 60, 62 расплавленной соли при различных температурах для повышения эффективности, по сравнению с исходной тепловой энергией подачи 22 расплавленной соли.

[0056] В другом альтернативном варианте осуществления, теплообменники 70, 72, 74 с фазовым переходом взаимодействуют. Когда одна система для технологического

тепла, такая как получение водорода в качестве системы 72 для технологического тепла, имеет повышенную потребность в тепловой энергии, другие системы 70, 74 для технологического тепла могут понизить или даже прекратить отбор их соответствующей действующей тепловой энергии, так что можно уделить больше тепловой энергии получению водорода в качестве системы 72 для технологического тепла. В этом варианте осуществления способа, этап доставки включает в себя доставку первой подачи 98 действующей тепловой энергии в другой из множества теплообменников 72 с фазовым переходом. Затем, этап генерирования включает в себя генерирование второй подачи 99 действующей тепловой энергии из другого из множества теплообменников 74 с фазовым переходом и другой соответствующей части 64 расплавленной соли, и из первой подачи 98 действующей тепловой энергии. В этом примере, тепловая энергия для системы 82 для технологического тепла может перенаправляться для получения водорода, связанного со второй действующей тепловой энергией в теплообменнике 74 с фазовым переходом.

[0057] В другом альтернативном варианте осуществления, способ по настоящему изобретению решает проблемы с емкостью для подачи 22 расплавленной соли от IMSR как узла 20 реактора на расплавах солей. В этом способе, этап протекания частей 60, 62, 64 расплавленной соли в соответствующих градиентных зонах 50, 52, 54 через соответствующие выходы 40, 42, 44 зон во множество теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом и этап генерирования по меньшей мере одной подачи 98, 99 действующей тепловой энергии из множества теплообменников с фазовым переходом и частей расплавленной соли являются непрерывными. Система 10 электростанции может работать непрерывно, и всегда протекает подача 22 расплавленной соли. Нет постепенного роста и нет времени ожидания для загрузки или охлаждения теплообменной среды. Имеется меньше тепловых стрессов, в особенности, по сравнению с теплообменниками с фазовым переходом известными из уровня техники, при более высоких температурах при резком и динамичном фазовом переходе. Способ по настоящему изобретению с системой 10 электростанции имеет большую емкость для хранения тепловой энергии, при этом части расплавленной соли вносят вклад и есть взаимодействие между частями с различными температурами. В этом варианте осуществления, способ дополнительно включает регулировку скоростей этапа протекания и этапа генерирования для соответствующих теплообменников с фазовым переходом. Хотя скорости могут быть низкими, но скорости не являются нулевыми. Одна скорость может повышаться из-за повышения потребности системы для технологического тепла, при этом другие скорости уменьшаются.

[0058] В другом альтернативном варианте осуществления, способ по настоящему изобретению является совместимым с другими альтернативными источниками энергии. Способ может включать этап, на котором подают подачу 94, 96 тепловой энергии при вторичной температуре в отношениях теплообмена по меньшей мере с одним из теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом. Вторичная система 90, 92 тепловой энергии может иметь отношения теплообмена с соответствующей подачей 70С, 72С, 74С

теплообменной среды, имеющей соответствующую градиентную зону 50, 52, 54 термоклинной установки 30 и соответствующую часть соли при соответствующей температуре части. Подача 94, 96 тепловой энергии имеет отношения теплообмена с соответствующей подачей 70С, 72С, 74С теплообменной среды в соответствии с системой 80, 82, 84 для технологического тепла, ассоциированной с теплообменником 70, 72, 74 с фазовым переходом. Например, солнечная панель как вторичная система 92 тепловой энергии имеет подачу 96 тепловой энергии, совместимую с отношениями теплообмена с теплообменником 70 с фазовым переходом. Теплообменник 70 с фазовым переходом содержит теплообменную среду 70С, генерирующую действующую тепловую энергию для генерирования электричества в качестве системы 80 для технологического тепла. Температура относительно низкая и подача 96 тепловой энергии не может подавать никакого высокотемпературного тепла для получения водорода, как ассоциируется с теплообменником 72 с фазовым переходом для HTSE как системы 82 для технологического тепла. Подача 96 тепловой энергии может по-прежнему быть полезной и вводиться в систему 10 электростанции для системы 80 для технологического тепла или для использования как тепла подпитки для другой системы 82, 84 для технологического тепла. Теплообменник 70 с фазовым переходом, соответствующий вторичной системе 92 тепловой энергии, остается в сообщении по текучей среде с соответствующей частью 60 расплавленной соли подачи 22 расплавленной соли в соответствующей градиентной зоне 50 термоклинной установки 30.

[0059] Этот альтернативный вариант осуществления соответствует альтернативным источникам энергии из ветрогенератора 90 энергии и солнечного генератора 92 энергии. Способ использования системы 10 электростанции соответствует конкретной совместимости с переменной тепловой энергией типичной для альтернативных источников энергии. Известные падения тепловой энергии из-за ночного времени или штелей уменьшают надежность альтернативных источников энергии. Хотя они более чистые для окружающей среды, отсутствие надежности не дает возможности для широкого использования технологий ветряной и солнечной энергии. Низкие уровни тепловой энергии в ходе этих перепадов не являются пригодными для систем 80, 82, 84 для технологического тепла. В способе по настоящему изобретению, эти низкие уровни могут стать полезными в качестве вклада в систему 10 электростанции по настоящему изобретению. Тепловая энергия, которая ранее терялась, теперь может использоваться для систем 80, 82, 84 для технологического тепла все время.

[0060] Система электростанции по настоящему изобретению приспособливает для использования емкость тепловой энергии узла реактора на расплавах солей, в частности, узла с интегральным реактором на расплавах солей (IMSR). Эти реакторы генерируют такие большие количества тепловой энергии при таких высоких температурах, что обычные устройства для хранения и преобразования тепла не могут эффективно и действительно использовать генерируемую тепловую энергию. Система электростанции по настоящему изобретению включает термоклинную установку с выходами зон и

градиентными зонами для эффективного хранения подачи расплавленной соли в частях расплавленной соли. Таким образом, настоящее изобретение имеет емкость хранения термодинамики без уменьшения полезности тепловой энергии. Тепловая энергия, хранимая в термодинамике, больше не захватывается при малоприспособленных для использования разностях температур обычных термодинамик. Более высокие температуры, генерируемые IMSR, больше не теряются, когда тепловая энергия хранится в системе электростанции по настоящему изобретению.

[0061] Настоящее изобретение также включает теплообменники с фазовым переходом, соответствующие каждой градиентной зоне и соответствующей части расплавленной соли. Подача действующей тепловой энергии теперь доступна при различных уровнях тепловой энергии в зависимости от потребностей следующих далее систем для технологического тепла. Высокое тепло подачи расплавленной соли из узла реактора на расплавах солей с IMSR теперь можно использовать для высокотемпературных функций подобных получению водорода, при этом его также можно хранить и использовать для функционирования при более низких температурах, подобно генерированию электричества. Потери тепловой энергии уменьшаются.

[0062] Система электростанции по настоящему изобретению доставляет подачу теплообменной среды в систему для технологического тепла для подачи действующей тепловой энергии. По сравнению с исходной тепловой энергией от подачи расплавленной соли прямо из узла IMSR, подача действующей тепловой энергии является более эффективной и более совместимой с системой для технологического тепла. Кувалда не нужна для вдавливания чертежной кнопки в пробковую доску, даже если кувалда может выполнить эту работу. Таким же образом, подача расплавленной соли с помощью обычного хранения и преобразования тепловой энергии представляет собой кувалду. Настоящее изобретение представляет собой систему и способ использования подачи расплавленной соли для различных систем для технологического тепла, даже если эти системы для технологического тепла не требуют высоких температур и большой емкости подачи расплавленной соли.

[0063] Кроме того, система электростанции содержит теплообменники с фазовым переходом, взаимодействующие друг с другом и с соответствующей системой для технологического тепла. Эта особенность делает возможным использование подачи расплавленной соли в одной системе для технологического тепла или в нескольких системах для технологического тепла, даже если эти системы для технологического тепла имеют различные потребности в тепловой энергии. Когда имеется высокая потребность в одной системе для технологического тепла, такая как высокая потребность для генерирования электричества, теплообменники с фазовым переходом взаимодействуют, направляя тепловую энергию от подачи расплавленной соли, направляемой от узла с IMSR, в отдельный теплообменник с фазовым переходом, соответствующий одной системе для технологического тепла. Система электростанции по-прежнему может генерировать только подачу действующей тепловой энергии для системы для

технологического тепла вместо нескольких подач действующей тепловой энергии. Упомянутая одна подача действующей тепловой энергии остается более эффективной, чем исходная тепловая энергия подачи расплавленной соли прямо из узла IMSR.

[0064] Взаимодействие теплообменников с фазовым переходом также дает возможность для непрерывной работы системы электростанции. Части расплавленной соли протекают непрерывно через термоклинную установку в градиентные зоны, так что система электростанции может реагировать на непосредственные потребности в энергии конкретной системы для технологического тепла. Вместо постепенного разогрева обычного теплообменника для получения дополнительной тепловой энергии от подачи расплавленной соли, теплообменники с фазовым переходом могут регулироваться для направления дополнительной тепловой энергии в желаемый теплообменник с фазовым переходом, который уже работает. Уменьшается термический стресс компонентов системы электростанции. Обычный теплообменник не подвергается снова и снова вредному влиянию подачи расплавленной соли при первой температуре, и нет периода охлаждения теплообменной среды, как в обычном теплообменнике. Подача расплавленной соли протекает непрерывно через термоклинную установку, а в некоторых случаях, через сами теплообменники с фазовым переходом.

[0065] Имеются динамические изменения подачи тепловой энергии и потребностей в тепловой энергии. Подача тепловой энергии может давать редкие изменения, например, при заходе солнца для солнечной панели. Этот приток подачи тепловой энергии от вторичной системы тепловой энергии может теперь вводиться в стабильную и непрерывную систему с помощью протекающей подачи расплавленной соли. Внезапный приток подачи тепловой энергии не требует периода "разогрева" или какой-либо резкой реакции в теплообменнике с фазовым переходом для быстрых фазовых переходов. Подача тепловой энергии теперь может вводиться, не вызывая термического стресса компонентов системы. Подобным же образом, могут приводиться в соответствие потребности в тепловой энергии. Сталеплавильный завод, начинающий работу утром, начнет сразу поглощать большее количество электроэнергии. Вместо того, чтобы потребовать большого и резкого изменения в теплообменнике с фазовым переходом, настоящая система электростанции может перенаправлять отношения теплообмена подачи действующей тепловой энергии к электрогенератору в качестве системы для технологического тепла, чтобы учесть этот новый отток подачи действующей тепловой энергии необходимой для электрогенератора в качестве системы для технологического тепла. Подача расплавленной соли не должна резко прокачиваться быстрее или опаснее. Части расплавленной соли при температуре большей, чем необходимо для электрогенератора, уже стратифицированы в термоклинной установке для получения пригодной для использования тепловой энергии, которая может направляться в теплообменник с фазовым переходом, соответствующий электрогенератору. Подача теплообменной среды не должна больше быть агрессивной или вызывающей стрессы физических компонентов теплообменника с фазовым переходом.

Подача теплообменной среды.

[0066] В зависимости от подачи теплообменной среды, расплавленная соль из узла с IMSR может проходить по контуру через термоклинную установку в теплообменники с фазовым переходом, а затем возвращаться обратно через возвратную линию после высвобождения тепловой энергии. Тепловая энергия может передаваться в отдельную подачу теплообменной среды в теплообменнике с фазовым переходом для осуществления работы системы для технологического тепла. Никакая ядерная расплавленная соль не покидает узла реактора на расплавах солей, но тепловая энергия безопасно и эффективно переносится в подачи теплообменной среды, соответствующие системам для технологического тепла. Различные подачи действующей тепловой энергии поддерживаются от одной подачи расплавленной соли. Также могут иметься дополнительные теплообменники до достижения системы для технологического тепла.

[0067] Рассмотренная выше информация и описание настоящего изобретения представляют собой его иллюстрацию и пояснение. Различные изменения деталей иллюстрируемых структур, конструкций и способа могут быть проделаны без отклонения от истинного духа настоящего изобретения.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Система 10 электростанции, содержащая:

узел 20 реактора на расплавах солей, имеющий подачу 22 расплавленной соли при первой температуре и содержащий выход 24 расплавленной соли и возвратную линию 26 для соли;

термоклинную установку 30 в сообщении по текучей среде с упомянутым узлом реактора на расплавах солей,

причем упомянутая термоклинная установка содержит:

изолированный резервуар 32 с верхним концом 34 и нижним концом 36;

начальный вход 38 в сообщении по текучей среде с упомянутым выходом расплавленной соли упомянутого узла реактора на расплавах солей;

множество выходов 40, 42, 44 зон, расположенных от упомянутого верхнего конца до упомянутого нижнего конца упомянутого изолированного резервуара; и

множество градиентных зон 50, 52, 54 внутри упомянутого изолированного резервуара, причем каждый выход зоны определяет соответствующую градиентную зону, упомянутые градиентные зоны расположены друг над другом между упомянутым верхним концом и упомянутым нижним концом;

причем каждая градиентная зона содержит часть 60, 62, 64 расплавленной соли при некоторой температуре этой части;

множество теплообменников 70, 72, 74 с фазовым переходом, причем каждый теплообменник с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом зоны и соответствующей градиентной зоной,

причем каждый теплообменник с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником с фазовым переходом и упомянутым узлом реактора на расплавах солей,

причем каждый теплообменник с фазовым переходом содержит:

впуск 70А, 72А, 74А соли в сообщении по текучей среде с соответствующим выходом зоны;

выход 70В, 72В, 74В соли в сообщении по текучей среде с упомянутой возвратной линией для соли упомянутого узла реактора на расплавах солей и

подачу 70С, 72С, 74С теплообменной среды в отношениях теплообмена с соответствующей частью расплавленной соли упомянутой соответствующей градиентной зоны, упомянутая подача теплообменной среды находится в сообщении по текучей среде с упомянутым смежным теплообменником с фазовым переходом; и

множество систем 80, 82, 84 для технологического тепла, каждая система для технологического тепла находится в сообщении по текучей среде по меньшей мере с одним теплообменником с фазовым переходом.

2. Система электростанции по п.1, причем упомянутый узел реактора на расплавах солей включает в себя интегральный реактор на расплавах солей.

3. Система электростанции по п.1, причем упомянутая подача 22 расплавленной

соли включает в себя множества солей носителей.

4. Система электростанции по п.3, причем упомянутые соли носители выбраны из группы, состоящей из нитратов, хлоридов, фторидов, бериллия, калия и циркония.

5. Система электростанции по п.1, причем температура каждой части соответствующей градиентной зоны выше, чем температура соответствующей части соответствующей градиентной зоны, расположенной под упомянутой соответствующей градиентной зоной.

6. Система электростанции по п.1, причем упомянутый начальный вход соединен с упомянутым верхним концом упомянутого изолированного резервуара так, чтобы определять верхний выход зоны рядом с упомянутым верхним концом упомянутого изолированного резервуара и соответствующую верхнюю градиентную зону с верхней частью расплавленной соли при температуре верхней части, причем упомянутая первая температура выше, чем упомянутая температура верхней части.

7. Система электростанции по п.1, причем упомянутая подача теплообменной среды включает в себя подачу 70D, 72D, 74D рабочей расплавленной соли.

8. Система электростанции по п.1, причем упомянутое множество теплообменников с фазовым переходом расположены в одной конфигурации из группы, состоящей из ряда 70, 72, 74 и из стопки 170, 172, 174 вокруг упомянутого изолированного резервуара.

9. Система электростанции по п.1, причем упомянутый изолированный резервуар упомянутой термоклинной установки включает в себя кольцевой резервуар 232, определяющий центральную область 233, причем упомянутое множество теплообменников 270, 272, 274 с фазовым переходом расположены друг над другом в упомянутой центральной области упомянутого кольцевого резервуара.

10. Система электростанции по п.1, причем система для технологического тепла из упомянутого множества систем для технологического тепла выбрана из группы, состоящей из системы 84 обессоливания, системы 82 получения водорода и системы 80 генерирования электричества.

11. Система электростанции по п.1, дополнительно содержащая:

вторичную систему 90, 92 тепловой энергии, имеющую подачу 94, 96 тепловой энергии при вторичной температуре и находящуюся в отношениях теплообмена по меньшей мере с одной подачей теплообменной среды.

12. Система электростанции по п.11, причем упомянутая вторичная система тепловой энергии находится в отношениях теплообмена с соответствующим теплообменником с фазовым переходом в сообщении по текучей среде с соответствующей градиентной зоной упомянутой термоклинной установки, имеющей соответствующую часть расплавленной соли при соответствующей температуре части, причем упомянутая соответствующая температура части ниже, чем упомянутая вторичная температура.

13. Система электростанции по п.11, причем упомянутая вторичная система

тепловой энергии выбрана из группы, состоящей из ветрового генератора 90 энергии и солнечного генератора 92 энергии.

14. Способ для тепловой энергии, причем способ включает в себя этапы, на которых:

генерируют подачу 22 расплавленной соли при первой температуре из узла 20 реактора на расплавах солей, содержащего выход 24 расплавленной соли и возвратную линию 26 для соли;

осуществляют протекание упомянутой подачи расплавленной соли в термоклинную установку 30, находящуюся в сообщении по текучей среде с упомянутым узлом реактора на расплавах солей,

причем упомянутая термоклинная установка содержит:

изолированный резервуар 32 с верхним концом 34 и нижним концом 36;

начальный вход 38 в сообщении по текучей среде с упомянутым выходом расплавленной соли упомянутого узла реактора на расплавах солей;

множество выходов зон 40, 42, 44, расположенных от упомянутого верхнего конца до упомянутого нижнего конца упомянутого изолированного резервуара; и

множество градиентных зон 50, 52, 54 внутри упомянутого изолированного резервуара, каждый выход зоны определяет соответствующую градиентную зону, упомянутые градиентные зоны расположены друг над другом от упомянутого нижнего конца до упомянутого верхнего конца;

осуществляют стратификацию упомянутой подачи 22 расплавленной соли в упомянутой термоклинной установке с тем, чтобы формировать множество частей 60, 62, 64 расплавленной соли, каждая часть расплавленной соли имеет температуру части и соответствующую градиентную зону,

причем температура каждой части соответствующей градиентной зоны выше, чем температура соответствующей части соответствующей градиентной зоны, расположенной под упомянутой соответствующей градиентной зоной;

осуществляют протекание упомянутых частей расплавленной соли в соответствующих градиентных зонах через соответствующие выходы зон во множество теплообменников с фазовым переходом,

причем каждый теплообменник с фазовым переходом находится в сообщении по текучей среде со смежным теплообменником с фазовым переходом и упомянутым узлом реактора на расплавах солей;

генерируют по меньшей мере одну подачу 98, 99 действующей тепловой энергии из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом и упомянутых частей расплавленной соли; и

доставляют упомянутую по меньшей мере одну подачу 98, 99 действующей тепловой энергии по меньшей мере в одну систему 80, 82, 84 для технологического тепла в сообщении по текучей среде с соответствующим теплообменником с фазовым переходом.

15. Способ для тепловой энергии по п.14, в котором этап генерирования включает в себя этапы, на которых:

генерируют первую подачу действующей тепловой энергии из одного из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом и соответствующей части расплавленной соли и

генерируют вторую подачу действующей тепловой энергии из другого из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом и другой соответствующей части расплавленной соли.

16. Способ для тепловой энергии по п.15, в котором этап доставки включает в себя этапы, на которых:

доставляют упомянутую первую подачу действующей тепловой энергии в первую систему для технологического тепла в сообщении по текучей среде с упомянутым одним из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом; и

доставляют упомянутую вторую подачу действующей тепловой энергии во вторую систему для технологического тепла в сообщении по текучей среде с упомянутым другим из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом.

17. Способ для тепловой энергии по п.15, в котором этап доставки включает в себя этап, на котором:

доставляют упомянутую первую подачу действующей тепловой энергии в упомянутый другой из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом, и в котором этап генерирования включает в себя этап, на котором:

генерируют вторую подачу действующей тепловой энергии из другого из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом и другой соответствующей части расплавленной соли и из упомянутой первой подачи действующей тепловой энергии.

18. Способ для тепловой энергии по п.14, в котором этап протекания упомянутых частей расплавленной соли в соответствующих градиентных зонах через соответствующие выходы зон во множество теплообменников с фазовым переходом и этап генерирования по меньшей мере одной подачи 98, 99 действующей тепловой энергии из упомянутого множества теплообменников с фазовым и упомянутых частей расплавленной соли являются непрерывными, и

в котором упомянутая по меньшей мере одна система для технологического тепла регулирует соответствующие скорости этапа протекания и этапа генерирования.

19. Способ для тепловой энергии по п.14, дополнительно включающий этап, на котором:

подают подачу тепловой энергии из вторичной системы тепловой энергии при вторичной температуре,

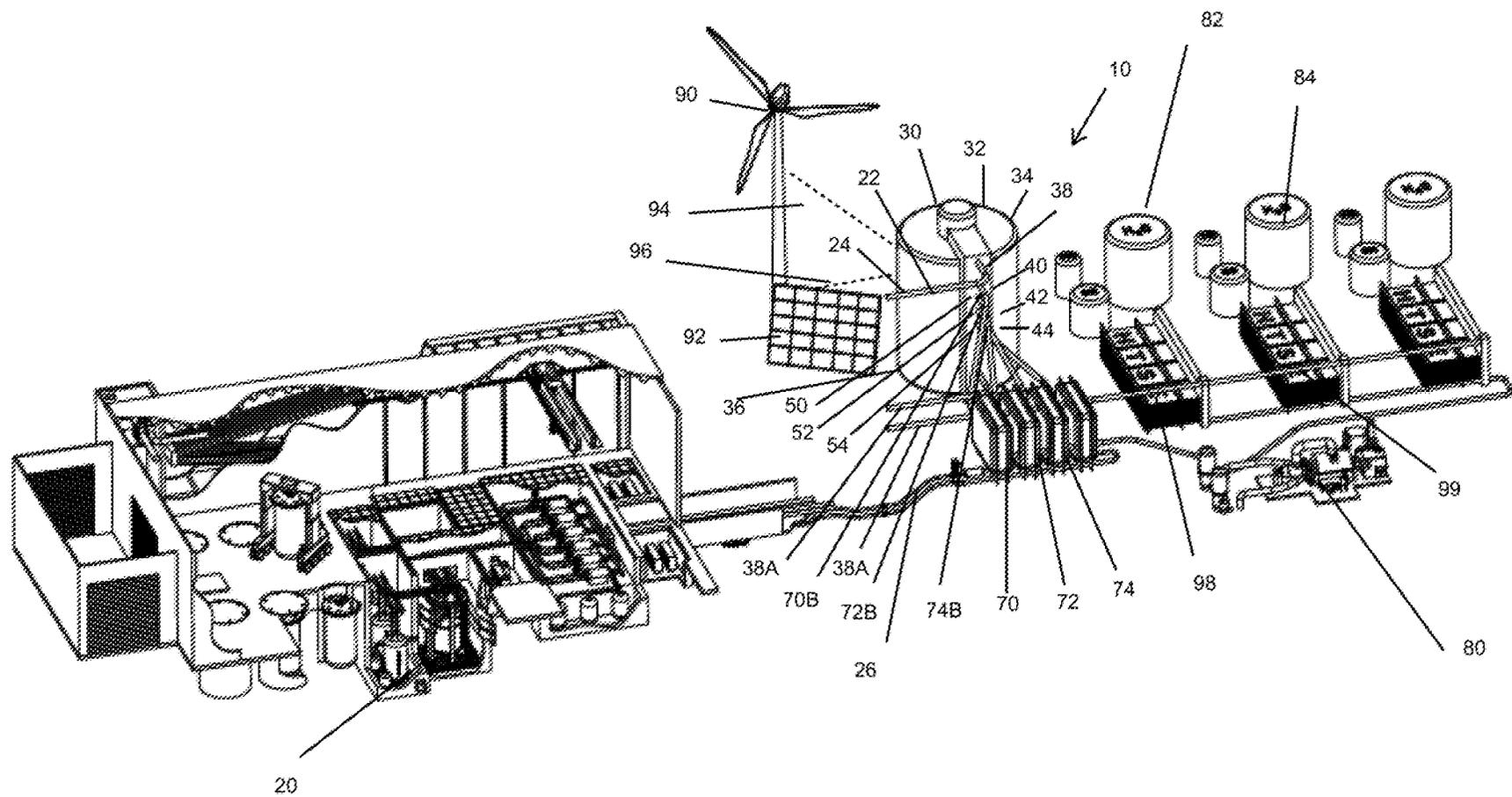
причем упомянутая вторичная подача тепловой энергии находится в отношениях теплообмена по меньшей мере с одним из упомянутого множества теплообменников с фазовым переходом, соответствующим упомянутой вторичной температуре, упомянутая

вторичная подача тепловой энергии находится в отношениях теплообмена с соответствующей подачей теплообменной среды.

20. Способ для тепловой энергии по п.19, в котором этап генерирования по меньшей мере одной подачи действующей тепловой энергии включает в себя этап, на котором:

осуществляют теплообмен упомянутой вторичной подачи тепловой энергии упомянутой вторичной системы тепловой энергии с соответствующей подачей теплообменной среды.

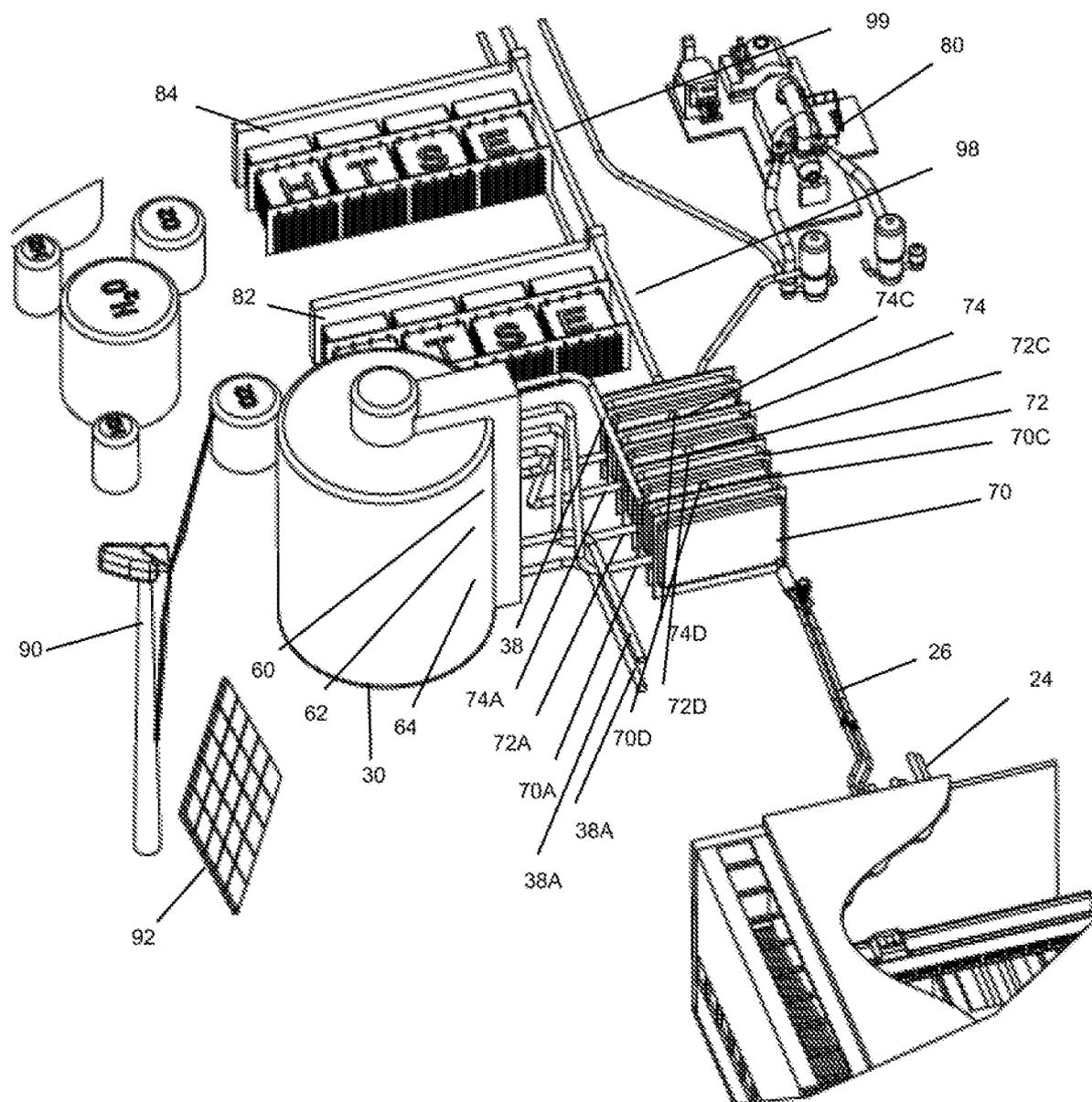
По доверенности



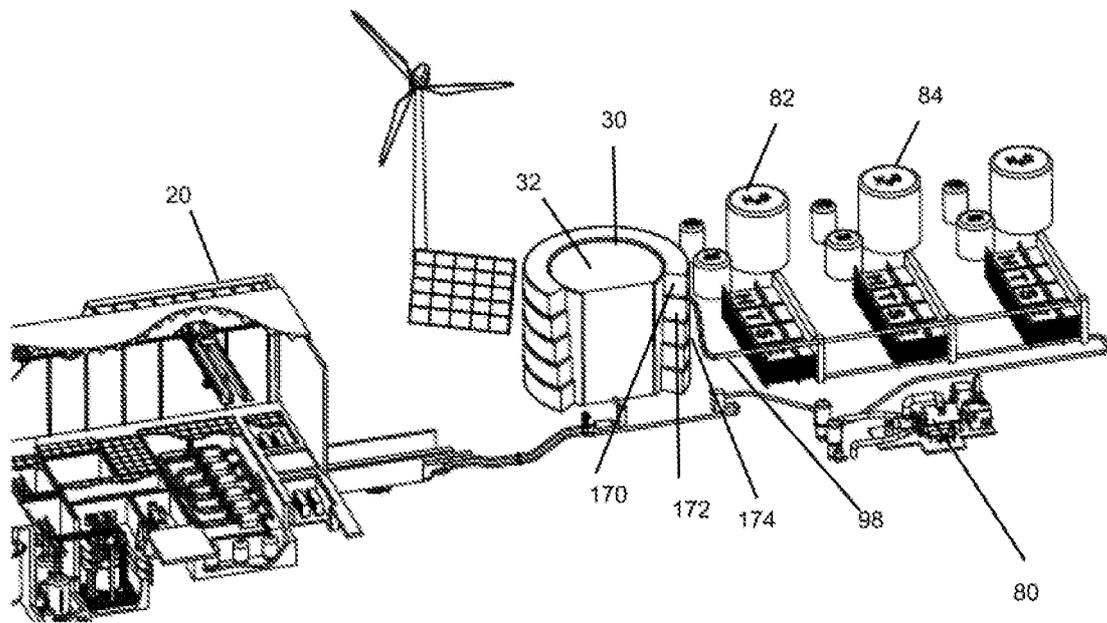
1/4

ФИГ. 1

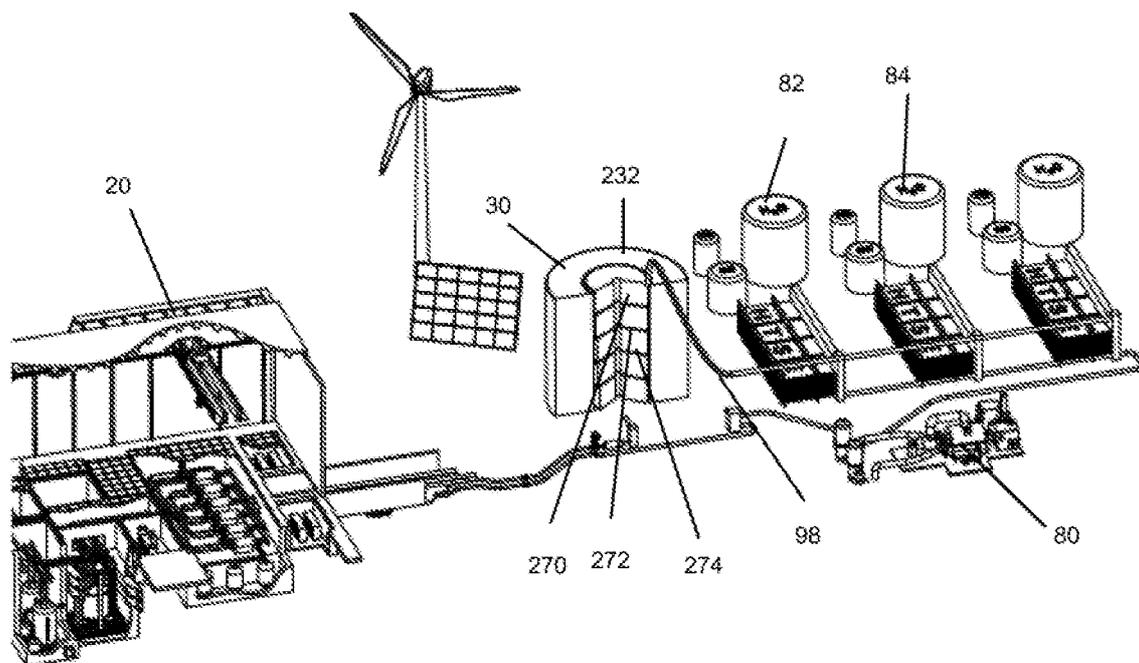
ФИГ. 2



ФИГ. 3



ФИГ. 4



ФИГ. 5

