

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **039624**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2022.02.17**

(21) Номер заявки  
**201992269**

(22) Дата подачи заявки  
**2018.03.27**

(51) Int. Cl. **H01M 8/02** (2016.01)  
**H01M 8/04** (2016.01)  
**H01M 8/06** (2016.01)  
**H01M 8/18** (2006.01)  
**H01M 8/20** (2006.01)

---

(54) **КОНСТРУКЦИЯ ЕМКОСТЕЙ ДЛЯ ПРОТОЧНОЙ БАТАРЕИ**

---

(31) **62/476,920**

(32) **2017.03.27**

(33) **US**

(43) **2020.03.31**

(86) **PCT/US2018/024512**

(87) **WO 2018/183289 2018.10.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**СТОПЕН ТЕКНОЛОДЖИЗ ИНК. (US)**

(72) Изобретатель:  
**Д'Анзи Анджело (US), Броверо Карло  
Альберто, Пираччини Жанлука,  
Таппи Маурицио (IT)**

(74) Представитель:  
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,  
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев  
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)**

(56) TOKUDA et al, "Development of a redox flow battery system "Sei Tech Rev, Number 50, June 2000: 88-94 (06.2000), pg 89, col 1-pg 90, col 2, Fig 1, 6, 7 [online] URL <<http://large.stanford.edu/courses/2011/ph240/garg1/docs/SEltechpaper1.pdf>>  
**JP-A-2002289233**  
**US-A1-20120164507**  
**US-A1-20140255734**  
**US-A1-20090098425**

(57) Тип проточной батареи, содержащей по меньшей мере один блок плоских элементов (17), по меньшей мере одну емкость (3) с отрицательным электролитом, по меньшей мере одну емкость (4) с положительным электролитом, по меньшей мере два насоса (5 и 6) для подачи электролитов по меньшей мере в один блок плоских элементов (17). Любая или обе из первой емкости (3) и второй емкости (4), основной отсек (19), подземный контейнер (20) для емкостей имеют теплоизоляцию (18) между указанным контейнером (20) для емкостей и емкостями (3 и 4), по меньшей мере один вспомогательный теплообменник (21), по меньшей мере один основной теплообменник (22), по меньшей мере один насос (23) охлаждающей жидкости, при этом указанный контейнер (20) углублен ниже уровня земли.

**B1**

**039624**

**039624**

**B1**

### Область техники

Настоящее изобретение относится к проточной батарее и, в частности, к новому модулю проточной батареи, в котором емкость с анодной жидкостью и емкость с катодной жидкостью углублены ниже уровня земли для поддержания температуры электролита в безопасном диапазоне.

#### Предпосылки к созданию изобретения

Проточная батарея представляет собой тип перезаряжаемой батареи, в которой электролиты, содержащие одно или несколько растворенных электроактивных веществ, протекают через электрохимический элемент, который преобразует химическую энергию непосредственно в электрическую энергию. Электролиты хранятся во внешних емкостях и прокачиваются через элементы реактора.

Проточные батареи имеют преимущество в том, что они обладают гибкой компоновкой (благодаря разделению между силовыми компонентами и энергетическими компонентами), длительным сроком эксплуатации, высоким быстродействием, не нуждаются в сглаживании заряда и не имеют вредных выбросов.

Проточные батареи используются для стационарных применений с потребностью в энергии от 1 кВтч до нескольких МВтч: они используются для сглаживания нагрузки сети, где батарея используется для накопления энергии в ночное время при низкой стоимости, и возврата ее в сеть при более высокой стоимости, но также и для накопления энергии из возобновляемых источников, таких как солнечная энергия и энергия ветра, чтобы затем обеспечить ее в пиковые периоды спроса на энергию.

В частности, ванадиевая проточная батарея содержит набор электрохимических элементов, в которых два электролита разделены протонообменной мембраной. Оба электролита основаны на ванадии: электролит в положительном полуэлементе содержит ионы  $V^{4+}$  и  $V^{5+}$ , тогда как электролит в отрицательном полуэлементе содержит ионы  $V^{3+}$  и  $V^{2+}$ . Электролиты могут быть подготовлены несколькими способами, например путем электролитического растворения пентоксида ванадия ( $V_2O_5$ ) в серной кислоте ( $H_2SO_4$ ). Используемый раствор остается сильнокислотным. В ванадиевых проточных батареях два полуэлемента дополнительно соединены с емкостями для хранения, которые содержат очень большой объем электролита, циркуляция которого через элемент обеспечена с помощью насосов.

Пока батарея заряжается, в положительном полуэлементе ванадий окисляется, преобразуя  $V^{4+}$  в  $V^{5+}$ . Удаленные электроны переносятся в отрицательный полуэлемент, где они восстанавливают ванадий с  $V^{3+}$  до  $V^{2+}$ . Во время работы процесс происходит в обратном порядке, и в разомкнутой цепи получается разность потенциалов в 1,41 В при 25°C. Электролит, представляющий собой анодную жидкость, и электролит, представляющий собой катодную жидкость, стабильны в ограниченном температурном диапазоне, обычно от 0 до 50°C. За пределами этого температурного диапазона произойдет осаждение частиц ванадия, больше не участвующих в реакциях батареи, с потерей зарядной емкости.

Ванадиевая проточная батарея является единственной батареей, которая накапливает электрическую энергию в электролите, а не на пластинах или электродах, как это обычно происходит во всех других батарейных технологиях.

В отличие от всех других батарей в ванадиевой окислительно-восстановительной (редокс) батарее электролит, содержащийся в емкостях, после зарядки не подвергается саморазряду, тогда как часть электролита, которая находится стационарно внутри электрохимического элемента, со временем подвергается саморазряду.

Количество электрической энергии, аккумулируемой в батарее, определяется объемом электролита, содержащегося в емкостях.

Согласно особенно эффективному конкретному конструктивному решению ванадиевая проточная батарея содержит набор электрохимических элементов, внутри которых находятся два электролита, взаимно разделенных полимерным мембранным электролитом. Оба электролита состоят из кислого раствора растворенного ванадия. Положительный электролит содержит ионы  $V^{5+}$  и  $V^{4+}$ , тогда как отрицательный содержит ионы  $V^{2+}$  и  $V^{3+}$ . Пока батарея заряжается, в положительном полуэлементе ванадий окисляется, тогда как в отрицательном полуэлементе ванадий восстанавливается. На этапе разрядки происходит обратный процесс. Последовательное электрическое соединение нескольких элементов позволяет увеличить напряжение на батарее, которое равно числу элементов, умноженному на 1,41 В.

Во время фазы зарядки, чтобы сохранить энергию, включаются насосы, вызывающие протекание электролита внутри соответствующего электрохимического элемента. Электрическая энергия, подаваемая на электрохимический элемент, способствует протонному обмену с помощью мембраны, заряжая батарею.

Во время фазы разрядки включаются насосы, вызывающие протекание электролита внутри электрохимического элемента, создавая положительное давление в соответствующем элементе, высвобождая таким образом накопленную энергию.

Во время работы батареи из-за внутреннего сопротивления окислительно-восстановительные реакции генерируют тепло. Указанное тепло необходимо рассеивать во избежание достижения предела в 50°C как критической температуры, при которой частицы ванадия, растворенные в электролите, будут осажаться на дно емкости, больше не участвуя в окислительно-восстановительных реакциях.

### Известный уровень техники

На фиг. 1 представлен схематический вид, на котором показана традиционная ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея. Как показано на фиг. 1, традиционная ванадиевая окислительно-восстановительная проточная батарея содержит множество положительных электродов 7, множество отрицательных электродов 8, положительный электролит 1, отрицательный электролит 2, емкость 3 с положительным электролитом и емкость 4 с отрицательным электролитом. Положительный электролит 1 и отрицательный электролит 2, соответственно, хранятся в емкости 3 и емкости 4. В то же время положительный электролит 1 и отрицательный электролит 2, соответственно, проходят через положительный электрод 7 и отрицательный электрод 8 через трубопроводы положительного соединения и трубопроводы отрицательного соединения, образуя соответствующие контуры, также указанные на фиг. 1 стрелками. Насос 5 и насос 6 часто установлены на соединительных трубопроводах для непрерывной транспортировки электролитов к электроду.

Кроме того, блок 11 преобразования энергии, например преобразователь постоянного тока в переменный ток, может быть использован в ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батарее, и блок 11 преобразования энергии, соответственно, электрически соединен с положительным электродом 7 и отрицательным электродом 8 через линии 9 положительного соединения и линии 10 отрицательного соединения, и блок 11 преобразования энергии также может быть, соответственно, электрически соединен с внешним источником 12 входной мощности и внешней нагрузкой 13 для преобразования энергии переменного тока, генерируемой внешним источником 12 входной мощности, в энергию постоянного тока для зарядки ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи или преобразования энергии постоянного тока, высвобождаемой ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареей, в энергию переменного тока для вывода на внешнюю нагрузку 13.

На фиг. 2 показан схематический вид традиционной проточной батареи в соответствии с уровнем техники, которая содержит в предусмотренном отсеке 15 всю проточную батарею, как описано на фиг. 1, при этом для поддержания батареи в безопасном температурном диапазоне встроено устройство 14 терморегулирования.

Вышеупомянутый предусмотренный отсек 15 выполнен с возможностью наружной установки. С помощью теплоизоляции 16 отсек 15 защищает батарею от сурового климата в холодное время года и тепла, исходящего от солнечного излучения в теплое время года, тогда как устройство 14, 17 терморегулирования (которое может быть, например, кондиционером воздуха или простым теплообменником, сообщающимся с теплоотводом) вместе с насосами 5 и 6, как показано на фиг. 2, используя энергию батареи, будет рассеивать тепло когда температура превышает максимальный предел температуры, или, в качестве альтернативы, будет нагревать батарею в случае холодной погоды.

Однако недостатки вышеупомянутой традиционной проточной батареи в соответствии с уровнем техники приведут к снижению эффективности из-за энергопотребления устройства 14, 17 терморегулирования при работе для поддержания батареи в идеальном температурном диапазоне.

Дополнительный недостаток вышеупомянутой традиционной проточной батареи в соответствии с уровнем техники состоит в том, что размер отсека 15 является значительным, что исключает некоторые установки, где размер является критическим, например на телекоммуникационной башне или в жилых домах.

Следовательно, существует потребность в предоставлении ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи с улучшенным терморегулированием для решения проблем, связанных с традиционными конструкциями проточной батареи, описанными выше, для достижения улучшенной эффективности и надежности и в то же время для снижения эксплуатационных расходов и сокращения срока окупаемости.

### Сущность изобретения

Как показано на фиг. 3, целью настоящего изобретения является предоставление модуля ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, имеющего новую форму и содержащего: по меньшей мере один блок 17, по меньшей мере одну емкость 3 с отрицательным электролитом, по меньшей мере одну емкость 4 с положительным электролитом, по меньшей мере два насоса 5 и 6, основной отсек 19, подземный контейнер 20 для емкостей 3 и 4, при этом контейнер 20 имеет теплоизоляцию 18 между контейнером 20 и емкостями 3 и 4, по меньшей мере один вспомогательный теплообменник 21, по меньшей мере один основной теплообменник 22, по меньшей мере один насос 23 охлаждающей жидкости, при этом контейнер 20 углублен ниже уровня земли, тогда как основной отсек 19 оставлен выше уровня земли. Подземный контейнер 20 для емкостей также имеет дополнительную функцию, действуя в качестве оболочки для защиты от утечки.

Подземный контейнер 20 будет углублен, например, на 2 м ниже уровня земли для получения геотермальной энергии, чтобы поддерживать температуру электролита в безопасном диапазоне, как описано на фиг. 4, сводя к минимуму энергопотребление системы терморегулирования. При этом в настоящем изобретении общая эффективность и надежность повышаются благодаря стабильности геотермальной температуры. На 2 м ниже уровня земли температура земли остается в идеальном диапазоне для стабильности ванадиевых проточных батарей, защищая модуль батареи от широких колебаний температу-

ры, типичных при установке на уровне поверхности земли.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление проточной батареи, которая имеет небольшой размер, относительно проста в отношении ввода в эксплуатацию и безопасна в использовании.

#### **Краткое описание графических материалов**

Дополнительные характеристики и преимущества изобретения станут более очевидными из описания предпочтительного, но не исключительного варианта осуществления проточной батареи согласно изобретению, проиллюстрированного в качестве неограничивающего примера в прилагаемых графических материалах, на которых

на фиг. 1 представлен схематический вид, на котором показана традиционная ванадиевая проточная батарея;

на фиг. 2 представлен схематический вид модуля проточной батареи в соответствии с уровнем техники;

на фиг. 3 представлен схематический вид ванадиевой проточной батареи согласно настоящему изобретению;

на фиг. 4 представлена диаграмма, на которой показан пример геотермальной температуры в течение года на разных глубинах.

#### **Описание вариантов осуществления**

Как показано на фиг. 3, целью настоящего изобретения является предоставление модуля ванадиевой окислительно-восстановительной проточной батареи, имеющего новую форму и содержащего: по меньшей мере один блок 17, по меньшей мере одну емкость 3 с отрицательным электролитом, по меньшей мере одну емкость 4 с положительным электролитом, по меньшей мере два насоса 5 и 6, основной отсек 19, подземный контейнер 20 для емкостей 3 и 4, при этом контейнер 20 имеет теплоизоляцию 18 между контейнером 20 и емкостями 3 и 4, по меньшей мере один вспомогательный теплообменник 21, по меньшей мере один основной теплообменник 22, по меньшей мере один насос 23 охлаждающей жидкости, при этом контейнер 20 углублен ниже уровня земли, тогда как основной отсек 19 оставлен выше уровня земли. Подземный контейнер 20 для емкостей также имеет дополнительную функцию, действуя в качестве оболочки для защиты от утечки.

Подземный контейнер 20 будет углублен, например, на 2 м ниже уровня земли для получения геотермальной энергии, чтобы поддерживать температуру электролита в безопасном диапазоне, как описано на фиг. 4, сводя к минимуму энергопотребление системы терморегулирования. При этом в настоящем изобретении общая эффективность и надежность повышаются благодаря стабильности геотермальной температуры. На 2 м ниже уровня земли температура земли остается в идеальном диапазоне для стабильности ванадиевых проточных батарей, защищая модуль батареи от широких колебаний температуры, типичных при установке на уровне поверхности земли.

Еще одной целью настоящего изобретения является предоставление проточной батареи, которая имеет небольшой размер, относительно проста в отношении ввода в эксплуатацию и безопасна в использовании.

На фиг. 4 в общих чертах изображена диаграмма, на которой показан пример температуры грунта в зависимости от дня года для разных глубин. Отклонение температуры, например на глубине 2 м, стабильно в диапазоне от 6°C в холодное время года до 13°C теплое время года.

В модуле проточной батареи согласно настоящему изобретению подземный контейнер 20 будет углублен, например, на 2 м ниже уровня земли, где отклонение температуры земли более стабильно, чем во внешней среде, такой как описанная на фиг. 4, что исключает пики температуры, которые требуют потребления энергии для стабилизации температуры.

В модуле проточной батареи согласно настоящему изобретению теплоизоляция 18, соответственно, между подземным контейнером 20 для емкостей и двумя емкостями 3 и 4 будет сохранять емкости с электролитом термически изолированными.

В модуле проточной батареи согласно настоящему изобретению вспомогательный трубчатый теплообменник 21 размещен вокруг подземного контейнера 20 для емкостей. Вспомогательный трубчатый теплообменник 21 может быть выполнен из недорогого пластмассового материала, такого как полипропилен или полиэтилен, и вспомогательный трубчатый теплообменник находится в непосредственном контакте с землей, что придает ему практически наилучшую теплопроводность и возможности максимально повысить эффективность.

В модуле проточной батареи согласно настоящему изобретению основной трубчатый теплообменник 22 расположен внутри обеих емкостей 3 и 4 с электролитом в непосредственном контакте с электролитом. С помощью насоса охлаждающей жидкости 23 одна сторона основного трубчатого теплообменника соединена с одной стороной вспомогательного трубчатого теплообменника 21, причем другие стороны как основного теплообменника 22, так и вспомогательного трубчатого теплообменника 21 взаимно соединены между собой, образуя единый контур. Раствор этиленгликоля заполняет внутреннюю часть контура теплообменника.

Модуль проточной батареи согласно настоящему изобретению в случае сурового климата посред-

ством геотермальной температуры, передаваемой в подземный контейнер 20 для емкостей, будет оставаться в идеальном температурном диапазоне от +5 до +13°C.

Модуль проточной батареи согласно настоящему изобретению в случае жаркого климата будет передавать тепло из подземного контейнера 20 для емкостей земле и оставаться в идеальном температурном диапазоне, поскольку тепло, образуемое в результате реакций, рассеивается землей посредством контура теплообменника.

Дополнительным преимуществом модуля проточной батареи согласно настоящему изобретению является тот факт, что ее размер более компактен, чем у традиционных, в то время как емкости, которые находятся под землей, также защищены от потенциального ущерба, вызванного внешними воздействиями.

Дополнительным преимуществом модуля проточной батареи согласно настоящему изобретению является тот факт, что подземный контейнер 20 для емкостей имеет дополнительную функцию, действуя в качестве оболочки для защиты от утечки.

При этом в настоящем изобретении общая эффективность и надежность повышаются благодаря стабильности геотермальной температуры, которая будет оставаться в идеальном диапазоне для безопасного хранения электролита, сводя к минимуму потребление энергии устройством терморегулирования.

Если за техническими признаками, упомянутыми в любом пункте формулы изобретения, следуют ссылочные позиции, эти ссылочные позиции были включены с единственной целью улучшения ясности формулы изобретения, и, соответственно, такие ссылочные позиции не оказывают какого-либо ограничивающего влияния на интерпретацию каждого элемента, обозначенного в качестве примера такими ссылочными позициями. Несмотря на то, что настоящее изобретение было описано со ссылкой на его предпочтительные варианты осуществления, для специалиста в данной области техники очевидно, что может быть выполнено множество модификаций и изменений без отступления от объема настоящего изобретения, который определяется прилагаемой формулой изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Проточная батарея, содержащая по меньшей мере один блок 17 для превращения химической энергии в электрическую энергию, по меньшей мере одну емкость 3 с отрицательным электролитом, по меньшей мере одну емкость 4 с положительным электролитом; по меньшей мере два насоса 5 и 6; основной отсек 19; подземный контейнер 20 для емкостей; теплоизоляцию 18 между указанными емкостями 3 и 4 и указанным контейнером 20 и между указанными емкостями 3 и 4; по меньшей мере один вспомогательный теплообменник 21; по меньшей мере один основной теплообменник 22; по меньшей мере один насос 23 охлаждающей жидкости; и при этом указанный подземный контейнер 20 для емкостей углублен ниже уровня земли; и при этом указанный основной отсек 19 расположен выше уровня земли,

где вспомогательный теплообменник 21 размещен вокруг подземного контейнера 20 и находится в непосредственном контакте с землей,

основной теплообменник 22 расположен внутри обеих емкостей 3 и 4 с электролитом в непосредственном контакте с электролитом, и

насос 23 охлаждающей жидкости соединен с одной стороной основного теплообменника 22, тогда как другая сторона насоса соединена со вспомогательным теплообменником 21, причем другие стороны как основного, так и вспомогательного теплообменника взаимно соединены между собой, образуя единый контур.

2. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что указанный основной отсек 19 может быть исключен посредством размещения всех компонентов также под землей, внутри подземного контейнера 20 для емкостей, обеспечивая возможность доступа с поверхности земли.

3. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что указанный подземный контейнер для емкостей расположен на определенной глубине, где температурный диапазон является стабильным на подходящем уровне.

4. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что вспомогательный теплообменник имеет трубчатую форму или другую форму поперечного сечения, состоит из относительно недорогого пластмассового материала, такого как полипропилен или полиэтилен.

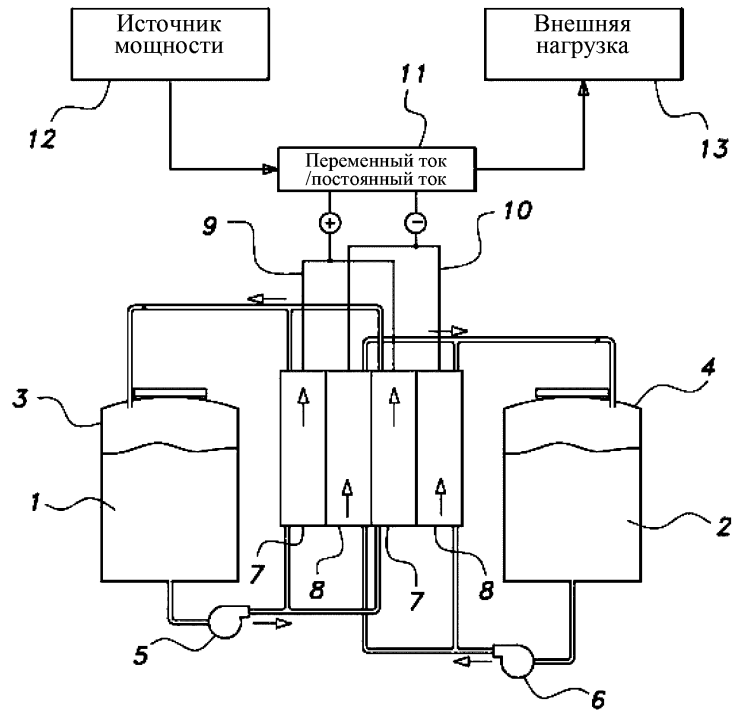
5. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что основной теплообменник трубчатой или иной формы выполнен из пластмассового материала, такого как полипропилен или полиэтилен.

6. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что внутри контура теплообменника используется этиленгликоль или другой незамерзающий состав.

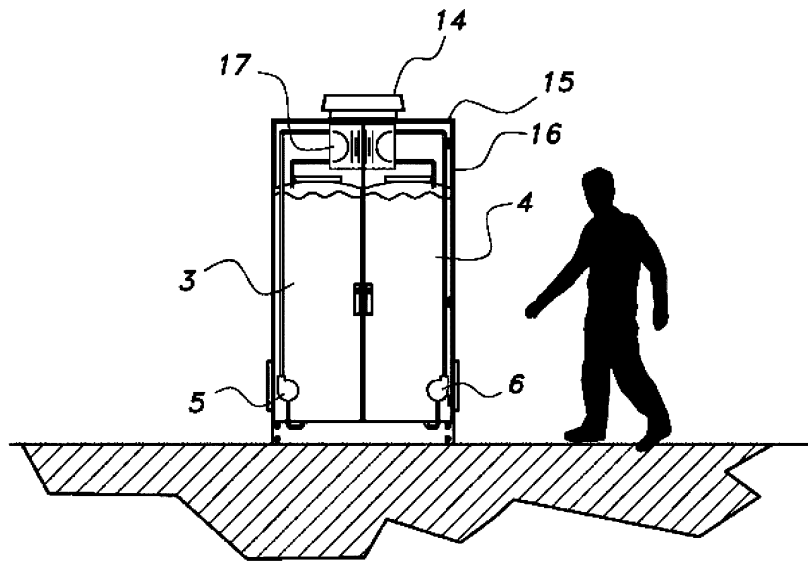
7. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что тепло, образуемое в результате реакций, рассеивается в землю посредством контура теплообменника.

8. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что ее размер более компактен, чем у традиционной, в то время как емкости, которые находятся под землей, также защищены от внешних воздействий.

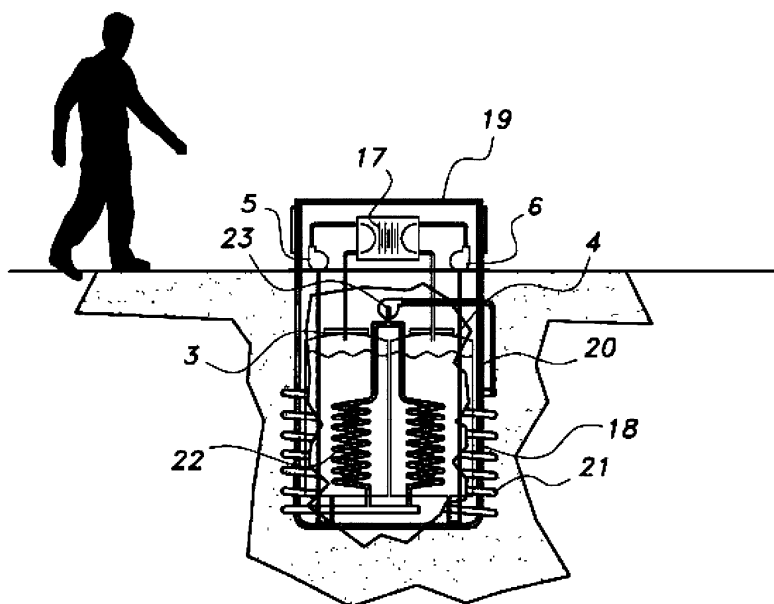
9. Проточная батарея по п.1, отличающаяся тем, что подземный контейнер 20 для емкостей выполняет дополнительную функцию в качестве оболочки для защиты от утечки.



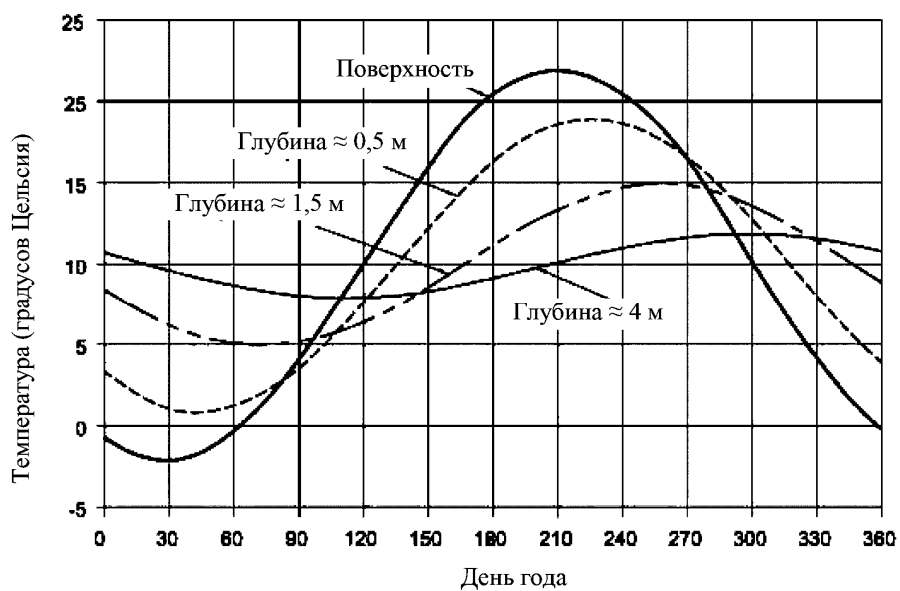
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2