(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 024413 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2016.09.30

(21) Номер заявки
201390395

(22) Дата подачи заявки
2011.09.26

(51) Int. Cl. ***F03B 13/06*** (2006.01)
F03D 9/02 (2006.01)

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫРАБОТКИ РЕЗЕРВНОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

(31) **1057756**
(32) **2010.09.27**
(33) **FR**
(43) **2013.10.30**
(86) **PCT/FR2011/052223**
(87) **WO 2012/045952 2012.04.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НЕЙЧЕ ЭНД ПИПЛ ФЁСТ (FR)

(72) Изобретатель:
Пер Дени, Пистерман Пьер, Пистерман Патрис (FR)

(74) Представитель:
Хмара М.В., Рыбаков В.М., Новоселова С.В., Дощечкина В.В., Липатова И.И. (RU)

(56) DE-A1-2928476
US-A1-2009058092
US-A1-2009121481
US-A1-2008253837
US-A1-2005034452
GB-A-04727

(57) Устройство для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы включает, по меньшей мере, первый и второй водные резервуары, причем первый водный резервуар (311, 312) расположен на первом уровне, а второй водный резервуар (120) расположен на втором уровне, более низком, чем первый, соединительную трубу (340) между первым водным резервуаром (311, 312) и вторым водным резервуаром (120), снабженную дистанционно-управляемым клапаном (350), и систему генерации гидроэлектроэнергии (330), снабженную насосной установкой. Первый и(или) второй водный резервуар (311, 312; 120) встроен в фундаменты нижней части искусственных сооружений (301, 303; 200A), которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции независимо от вторичной функции выработки электроэнергии. Первый водный резервуар (315) или второй водный резервуар (120) может представлять собой общий водоем вблизи от уровня земли. Водные резервуары (311, 312; 210; 220), встроенные в фундаменты сооружений, могут, в частности, взаимодействовать с установками для кондиционирования воздуха или отопления зданий, на основании которых они построены, или связанных с ними зданий.

024413 B1

024413 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к способу и устройству для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы.

Предшествующий уровень техники

Из документа US 4443707, например, известна система выработки гидроэлектроэнергии, которая преобразует потенциальную энергию резервуара с водой в кинетическую энергию для приведения в действие турбины, подсоединенной к электрогенератору. В этой системе вода, сохраняемая в резервуаре, расположенном на высоком уровне, сбрасывается в напорный водовод, ведущий к турбине, в целях выработки электричества, если в системе необходим резерв электроэнергии, позволяющий реагировать на пиковое потребление электроэнергии.

Действительно, известно, что потребление электрической энергии является нерегулярным, и что пики потребления возникают, например, в конце дня или в холодную погоду, когда возрастает спрос на электрическое отопление, или, наоборот, в период сильной жары, когда используется много установок для кондиционирования воздуха. Гидроэлектрическая энергия, вырабатываемая в периоды пикового потребления, может направляться в электроэнергетическую систему, чтобы отреагировать на рост потребления, учитывая, что количество электроэнергии, вырабатываемой другими средствами, например, на атомной электростанции, трудно изменить. Аналогичным образом, электроэнергия, вырабатываемая экологически чистыми и возобновляемыми источниками энергии (солнце, ветер), производится в значительной степени случайным образом, в зависимости от погодных условий.

Согласно документу US 4443707, за пределами периодов пикового потребления электроэнергия из основной энергораспределительной сети используется для питания гидроподъемного насоса, который возвращает воду, полученную из водного резервуара, расположенного на низком уровне, в водный резервуар, расположенный на высоком уровне, с целью восстановления потенциальной энергии для следующего пикового периода. Водные резервуары высокого и низкого уровня обычно представляют собой естественные бассейны, такие как озера или шахты.

Также, например, из документа US 6861766, известно устройство для выработки резервной электроэнергии, в котором применяется гидроаккумулирующая система генерации гидроэлектроэнергии, включающая верхний и нижний искусственные водные резервуары, связанные с напорным водоводом, и обратимый гидроэлектрический агрегат для снабжения электроэнергетической системы резервной электроэнергией с использованием потенциальной энергией воды, сохраняемой в верхнем водном резервуаре, при этом энергию, необходимую для приведения в действие гидроэлектрического агрегата, работающего в качестве насоса, получают от ветротурбин и, таким образом, не отбирают от энергораспределительной сети, тем самым, уменьшая потребление электроэнергии, получаемой из органического топлива или производимой средствами ядерной энергетики. Стоимость такого устройства, предназначенного для выработки резервной электроэнергии, высока, учитывая, в частности, необходимость создания достаточно прочной конструкции, поддерживающей верхний водный резервуар.

В документе US 2009/0058092 A1 также описано применение верхних водных резервуаров, размещаемых на верхних этажах высотных зданий для выработки резервной электроэнергии при помощи гидроаккумулирующей системы генерации гидроэлектроэнергии. Однако, учитывая строительные ограничения и сейсмические риски, размер верхних водных резервуаров ограничен, и энергия, получаемая из потенциальной энергии воды, находящейся в этих резервуарах, на практике оказывается недостаточной для передачи значительного количества электроэнергии в систему в периоды пикового потребления. Конкретно, устройство такого типа не может вырабатывать мощность, превышающую приблизительно 100 киловатт (кВт).

В документе FR 2789126 также раскрыто устройство для рекуперации гидравлической энергии для частных или многоквартирных зданий, включающих первый или верхний водный резервуар, высоко установленный в пространстве под крышей или на крыше здания, и второй или нижний водный резервуар, установленный в нижней части здания, в подвале или под землей вблизи от здания.

Это устройство может быть связано с устройствами для рекуперации солнечной, ветровой или геотермальной энергии, которая может, в частности, использоваться для приведения в действие насоса с целью перекачки воды между нижним и верхним водным резервуаром, при этом связанная с генератором турбина избирательно активируется потоком жидкости, протекающей в переливной трубе между верхним и нижним водным резервуаром.

Вырабатываемая электроэнергия предназначена для питания здания, оборудованного данным устройством, например, для подачи энергии в резервную систему электрического отопления. Передача по меньшей мере части вырабатываемой электроэнергии в электроэнергетическую систему общего пользования не предусматривается, а капитальные затраты на установку устройства регенерации энергии остаются высокими, в частности, из-за необходимости обеспечить два искусственных водных резервуара для каждого здания. Кроме того, хранение на высоте больших количеств воды подвержено некоторым ограничениям и связано с дополнительными затратами, поскольку обычные нормы максимальной нагрузки на конструкцию жилого здания, составляющие порядка 350 кг на квадратный метр (кг/м^2), не позволяют обеспечить массу воды, достаточную для получения значительного эффекта. В самом деле, если рас-

сматривать, например, частный дом площадью 100 квадратных метров ($м^2$), было бы невозможно предусмотреть верхний водный резервуар объемом более чем 35 кубических метров ($м^3$), который не мог бы создавать достаточной потенциальной энергии. Создание специальной конструкции, обладающей достаточной прочностью, чтобы выдерживать необходимую нагрузку и хранить на некоторой высоте, например на высоте 10 метров (м) над землей, значительный объем воды, например, порядка 1200 $м^3$, равносильно строительству водонапорной башни с очень жесткими ограничениями в отношении прочности материалов, поэтому оно не является экономически эффективным. Этот способ предполагает сложные условия эксплуатации, вызывая необходимость одновременного контроля уровней многих выше- и нижерасположенных водных резервуаров и, учитывая различные риски, связанные с сейсмикой и терроризмом, представляет большую сложность для реализации. В целом, из-за ограничений, накладываемых данным способом, и вызываемых им затрат, он непригоден для применения в большом масштабе.

В документе DE 2928476 A1 описано устройство для выработки электроэнергии путем сбора сточных вод в частном доме. Сборный водный резервуар помещают в основании дома и подсоединяют при помощи трубы к водяному колесу, а затем к водному резервуару, расположенному ниже и позволяющему осуществлять сброс для спуска воды или возврат воды в сборный водный резервуар при помощи насоса. Такое устройство, связанное с частным домом, требует специальных земляных работ для создания нижнего водного резервуара и позволяет вырабатывать только несколько десятков ватт мощности, вследствие чего может обеспечить лишь ничтожное количество резервной энергии в сутки, меньше 1 киловатт-часа (кВтч).

В документе EP 0599691 описано устройство для выработки электроэнергии, которое состоит из гидроаккумулирующей системы генерации гидроэлектроэнергии, использующей верхний водный резервуар, расположенный на уровне земли и образованный природным водоемом или подземным водоемом на первой глубине, и нижний водный резервуар в виде подземного туннеля, расположенный на большей глубине, чем первый водный резервуар. Стоимость работ для создания подземных пустот очень высока. Эти пустоты необходимо располагать на больших глубинах и укреплять, чтобы они могли противостоять давлению и эрозии, создаваемым регулярными мощными гидравлическими потоками, что соответственно увеличивает затраты на реализацию этого способа.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является устранение вышеназванных недостатков и избирательное действие в периоды пикового потребления, т.е. во время высокого потребления электроэнергии, с целью обеспечения значительного количества резервной электроэнергии для энергораспределительной сети при одновременной минимизации затрат на создание инфраструктур для выработки электричества при помощи гидроаккумулирующей системы генерации гидроэлектроэнергии и предоставлении возможности использования установок выработки резервной электроэнергии в городских районах как можно ближе к площадкам, где потребляется электроэнергия.

Таким образом, задачей изобретения является предоставление возможности выработки резервной электроэнергии в промышленном или полупромышленном масштабе, значительно превышающем производственные мощности, связанные с отдельным жилым строением, без необходимости производить специальные строительные работы.

Задачей способа настоящего изобретения является предоставление возможности экологически чистым источникам энергии достигать экономического равновесия за счет сохранения электроэнергии, произведенной в периоды пиковой выработки, и ее высвобождения в периоды пикового потребления без добавления значительных инвестиций, несовместимых с общим экономическим уравнением, которому должны соответствовать эти устройства. Возможность перепродажи электроэнергии, произведенной таким способом, в периоды максимального спроса, когда цена, вследствие этого, также является максимальной, очень существенно повышает рентабельность таких устройств для выработки возобновляемой солнечной или ветровой энергии.

Задачей способа и устройства согласно настоящему изобретению является также предотвращение перегрузок, управление и нейтрализация которых создает трудности для операторов электроэнергетических систем, когда установки выработки солнечной или ветровой энергии начинают действовать на полной мощности, из-за того, что воздействия погодных условий (сильное солнечное излучение или сильные ветры) внезапно объединяются. Без таких дополняющих способов разработка способов выработки возобновляемой энергии, таких как способы выработки солнечной и ветровой энергии, значительно бы замедлилась, а без существенных субсидий, которые дорого обходятся бюджетам штатов, пытающихся способствовать появлению этих альтернативных видов источников энергии, им было бы трудно стать конкурентоспособными по отношению к традиционным способам выработки энергии.

Задачей изобретения является также создание синергии и улучшение прочности, удобства использования или теплового баланса для общественного, коммерческого или частного использования.

Настоящее изобретение решает эти задачи путем предложения устройства для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы, включающего, по меньшей мере, первый и второй водные резервуары, причем первый водный резервуар расположен на первом уровне, а второй водный резервуар расположен на втором уровне, более низком, чем первый, с разницей между уровнями по

меньшей мере 5 м, по меньшей мере одну соединительную трубу между первым и вторым водным резервуаром, имеющую угол наклона по меньшей мере 3% и снабженную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном, систему генерации гидроэлектроэнергии, насосную установку и схему управления, при этом устройство отличается тем, что по меньшей мере один из указанных водных резервуаров, первый или второй, содержит один или несколько отдельных резервуаров, встроенных подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (зданий), которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, тем, что указанный водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, имеет суммарный объем в диапазоне от 1000 до 150000 $м^3$, тем, что другой из указанных первого и второго водного резервуаров аналогичным образом расположен на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, а также тем, что система генерации гидроэлектроэнергии имеет номинальную мощность в диапазоне от 100 кВт до 4 мегаватт (МВт).

Искусственные сооружения предпочтительно имеют первичную функцию жилого здания, офисов, стоянок для автомобилей, предприятий, складов, заводов, или помещений для проведения культурных или спортивных мероприятий.

В одном из конкретных вариантов осуществления первый водный резервуар встроен подземным или полуподземным способом в фундаменты первого искусственного сооружения, которое необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, а второй водный резервуар, расположенный на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, встроен подземным или полуподземным способом в фундаменты второго искусственного сооружения, которое необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии.

Согласно одному конкретному аспекту изобретения, который использует тот факт, что по меньшей мере один отдельный резервуар, который встроен подземным способом в фундаменты искусственных сооружений, также взаимодействует с установкой кондиционирования воздуха или холодильной установкой, служащей для всех или некоторых из указанных искусственных сооружений или связанных с ними зданий, причем указанная установка кондиционирования воздуха или холодильная установка включает по меньшей мере один конденсатор, снабжаемый водой из указанного отдельного резервуара, детандер, испаритель, снабжаемый жидким теплоносителем, и компрессорный агрегат.

Согласно другому конкретному аспекту изобретения, который также использует тот факт, что по меньшей мере один отдельный резервуар, встроенный подземным способом в фундамент искусственных сооружений, также взаимодействует с установкой для отопления всех или некоторых из указанных искусственных сооружений или связанных с ними зданий, причем указанная отопительная установка включает по меньшей мере один конденсатор, снабжаемый водой из отопительного контура, детандер, испаритель, снабжаемый водой из указанного отдельного резервуара, и компрессорный агрегат.

Такие признаки обеспечивают синергию при поисках способов экономии энергии и регулирования выработки электроэнергии в добавление к синергии, уже достигнутой путем встраивания водного резервуара в фундаменты здания.

В одном из возможных конкретных вариантов осуществления один из указанных водных резервуаров, первый или второй, расположен за пределами сооружений и представляет собой естественный или искусственный водоем вблизи от уровня земли.

Этот водный резервуар, расположенный за пределами сооружения, предпочтительно состоит из искусственного озера, водоочистительного резервуара или естественного водоема, такого как озеро, водоток или море.

В одном конкретном варианте осуществления указанная разница уровней находится в диапазоне от 5 до 8 м. Турбина системы генерации гидроэлектроэнергии при этом может быть расположена на уровне второго водного резервуара, но в некоторых случаях с таким же успехом может быть расположена вблизи от первого водного резервуара, если это дает какие-либо преимущества, например, по причинам интеграции в окружающую среду.

В другом конкретном варианте осуществления указанная разница уровней больше 8 м. Система генерации гидроэлектроэнергии и насосная установка могут при этом быть расположены в непосредственной близости от второго водного резервуара. Однако система генерации гидроэлектроэнергии и насосная установка могут с таким же успехом быть расположены на высоте указанного второго водного резервуара, но на некотором расстоянии от указанного второго водного резервуара.

В одном конкретном варианте осуществления схема управления включает блок для присоединения насосной установки к указанной распределительной сети в периоды низкого потребления электроэнергии, и блок для присоединения системы генерации гидроэлектроэнергии к указанной распределительной сети в периоды пикового потребления электроэнергии.

Согласно другому аспекту изобретения схема управления может включать блок для присоединения насосной установки к источнику экологически чистой природной энергии, такой как солнечная или ветровая энергия, в периоды низкого потребления электроэнергии, и блок для присоединения системы гене-

рации гидроэлектроэнергии к указанной распределительной сети в периоды пикового потребления электроэнергии.

Водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, может содержать несколько отдельных резервуаров, размещенных в отдельных зданиях и соединенных уравнительной трубой.

Водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, может включать по меньшей мере один отдельный резервуар, также присоединенный к установке естественного охлаждения, пожаротушения, спринклерной или очистительной установке.

С каждым отдельным резервуаром водного резервуара, встроенного подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, связан датчик уровня жидкости.

Водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, может содержать один или несколько отдельных резервуаров, каждый из которых имеет под землей глубину, меньшую или равную 12 м, и надземную часть, высота которой меньше или равна 3 м.

Водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, может включать глубокие фундаменты, соединенные с водостойкой облицовкой, разделяющей водонепроницаемый водный резервуар на ряд отсеков, закрытых полом.

Например, водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений, может иметь толщину боковых стенок в диапазоне от 20 до 45 см и толщину дна в диапазоне от 10 до 25 см.

Согласно одному из аспектов настоящего изобретения установка включает компьютеризованное устройство для управления дистанционно-управляемыми клапанами, связанными с первыми водными резервуарами и системами генерации гидроэлектроэнергии в зависимости от непосредственных потребностей в резервной электроэнергии и уровня воды в водных резервуарах.

В изобретении также предлагается способ выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы, включающий по меньшей мере первый шаг использования первого источника электроэнергии для приведения в действие насосной установки в целях перекачки воды из второго водного резервуара, расположенного на втором уровне, в первый водный резервуар, расположенный на первом уровне, более высоком, чем второй, с разницей между уровнями по меньшей мере 5 м и углом наклона по меньшей мере 3%, и второй шаг снабжения системы генерации гидроэлектроэнергии из указанного первого водного резервуара, причем способ отличается тем, что включает предварительный шаг обеспечения по меньшей мере одного из указанных первого и второго водных резервуаров, состоящего по меньшей мере из одного отдельного резервуара, расположенного в подземной или полуподземной нижней части искусственных сооружений, которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, при этом указанный водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений имеет суммарный объем в диапазоне от 1000 до 150000 $м^3$, другой из указанных первого и второго водных резервуаров аналогичным образом расположен на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, а система генерации гидроэлектроэнергии имеет номинальную мощность в диапазоне от 100 кВт до 4 МВт.

В одном из вариантов осуществления воду откачивают из второго водного резервуара, а система генерации гидроэлектроэнергии снабжается водой из первого водного резервуара по меньшей мере частично через общую трубу для двустороннего потока жидкости.

В другом варианте осуществления воду откачивают из указанного второго водного резервуара через первую соединительную трубу, оснащенную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном, а система генерации гидроэлектроэнергии снабжается водой из указанного первого водного резервуара через по меньшей мере одну вторую соединительную трубу, оснащенную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном.

В способе согласно одному предпочтительному варианту осуществления по меньшей мере один водный резервуар, встроенный в фундаменты здания, содержит также горячий источник для установки кондиционирования воздуха или охлаждения или холодный источник для установки отопления всех или некоторых из указанных искусственных сооружений или связанных с ними зданий, причем каждая из указанных установок кондиционирования воздуха или охлаждения и указанная установка отопления включает по меньшей мере один тепловой насос.

В способе согласно одному конкретному варианту осуществления настоящего изобретения, по меньшей мере, второй водный резервуар расположен в подземной или полуподземной нижней части искусственных сооружений, которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, а электроэнергия, вырабатываемая системой генерации гидроэлектроэнергии, связанной с указанным вторым водным резервуаром, по меньшей мере, частично используется для подачи электроэнергии локально к искусственному сооружению, в нижней части которого расположен указанный второй водный резервуар, или к связанному с ним зданию, распо-

ложенному в непосредственной близости от этого искусственного сооружения.

Перечень чертежей

Другие отличительные признаки и преимущества настоящего изобретения станут понятны из следующего описания конкретных вариантов осуществления изобретения, приведенных в качестве примеров и описанных со ссылкой на прилагаемые чертежи.

На фиг. 1 показан схематический общий вид устройств для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 2 показан схематический общий перспективный вид одного из возможных вариантов осуществления устройства для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы.

На фиг. 3 и 4 показаны виды в вертикальном разрезе двух примеров устройств согласно настоящему изобретению, каждое из которых включает несколько первых водных резервуаров.

На фиг. 5 показан вид в вертикальном разрезе одного примера устройства согласно настоящему изобретению, включающего конкретную турбонасосную систему.

На фиг. 6 и 7 показаны укрупненные виды в вертикальном разрезе и в плане соответственно турбонасосной системы, представленной на фиг. 5.

На фиг. 8 показана схема охлаждения контура чистой воды с тепловым насосом, который может быть встроен в устройство согласно настоящему изобретению.

На фиг. 9 показана схема охлаждения контура воздушного кондиционера конденсации чистой воды, который может быть встроен в устройство согласно настоящему изобретению.

На фиг. 10A и 10B показаны схематические виды в разрезе традиционных строительных сооружений.

На фиг. 11A и 11B показаны схематические виды в разрезе примеров строительных сооружений, оснащенных водными резервуарами согласно настоящему изобретению.

На фиг. 12 показан схематический перспективный вид, представляющий пример биоклиматического фасада здания, оснащенного устройством согласно настоящему изобретению.

На фиг. 13 показан схематический вид в разрезе примера строительного сооружения, оснащенного водными резервуарами согласно настоящему изобретению и вырабатывающего поток охлаждающего воздуха.

На фиг. 14 показан схематический вид в разрезе примера строительного сооружения, оснащенного водными резервуарами согласно настоящему изобретению и включающего систему охлаждения, которая использует естественный водоем.

На фиг. 15 показан схематический вид в разрезе примера строительного сооружения, оснащенного водными резервуарами согласно настоящему изобретению и содержащего систему для снабжения здания водой для хозяйственных нужд.

На фиг. 16 показан схематический вид в разрезе одного примера строительного сооружения, оснащенного водными резервуарами согласно настоящему изобретению и содержащего систему для подачи воды к пожарным постам или спринклерным системам.

На фиг. 17 показана структурная схема одного примера системы управления устройствами согласно настоящему изобретению.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

На фиг. 1 показаны различные примеры устройства для выработки электроэнергии согласно настоящему изобретению.

Станция управления 1 электроэнергетической системы управляет производством электроэнергии, которое осуществляется различными традиционными генераторными системами 2-5, вырабатывающими электроэнергию на основе органического (уголь, нефть, газ) или ядерного топлива. Такие традиционные генераторные системы имеют недостаток, который заключается в отсутствии гибкости при эксплуатации и, вследствие этого, в неспособности легко адаптироваться к изменениям спроса, в дополнение к вредным воздействиям на окружающую среду. Наконец, их работа основана на невозобновляемых органических видах топлива, запасы которых истощаются.

Источники выработки электроэнергии 6, 7, использующие возобновляемую природную энергию, такую как ветровая, солнечная, геотермальная или приливная энергия, добавлены поэтому к более традиционным источникам энергии для выработки дополнительной электроэнергии. В качестве примера на фиг. 1 показано устройство 6 для выработки электроэнергии из солнечной энергии и наземная и морская ветроэлектростанции 7. На фиг. 1 электрические соединения между источниками энергии и станцией управления 1 представлены пунктирными линиями. Например, здесь показаны электрическое соединение 73 между морской ветровой турбиной 7 и станцией управления 1 и электрическое соединение 74 между панелями солнечных элементов 6 и станцией управления 1. Линии электропередачи 71 аналогичным образом представлены пунктирными линиями для подачи электричества в различные здания 200, 200A, 301 из электроэнергетической системы, связанной со станцией управления 1.

Недостаток возобновляемых видов энергии состоит в том, что выработка электроэнергии такими средствами подвержена климатическим изменениям и не всегда может соответствовать периодам пикового потребления.

Поэтому желательно иметь возможность временно сохранять вырабатываемую энергию, что позволяло бы в дальнейшем высвобождать эту энергию в периоды пикового потребления.

В настоящем изобретении используется принцип производства электроэнергии при помощи гидроаккумулирующих систем генерации гидроэлектроэнергии, при этом в периоды низкого потребления потенциальная энергия накапливается путем перекачивания и сохранения некоторого объема воды по меньшей мере в одном верхнем водном резервуаре 110, причем энергию, необходимую для перекачивания, получают за счет энергии электроэнергетической системы 1, которая остается неиспользуемой, и, таким образом, недорогой, или, прямо или косвенно, из доступных экологически чистых источников энергии, таких как вышеупомянутые источники энергии 6, 7, а в периоды высокого потребления эта потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию с целью выработки электроэнергии при помощи по меньшей мере одной системы генерации гидроэлектроэнергии или микрогенераторной системы 130, причем вода подается в нижний водный резервуар 120 и ожидает повторного перекачивания во время следующего периода низкого потребления.

Известные устройства такого типа часто используют для целей хранения естественные бассейны, которые иногда располагаются очень далеко от районов высокого потребления энергии.

При других обстоятельствах устройство с искусственными водными резервуарами создается специально для применений, связанных с хранением потенциальной энергии и созданием резервной электроэнергии. При таких обстоятельствах строительство водных резервуаров на высоте или под землей всегда предполагает очень высокие уровни капиталовложений, вследствие чего оборудование оказывается не очень экономически эффективным.

Кроме того, интеграция, по меньшей мере, нескольких верхних и нижних водных резервуаров в зданиях, предназначенных для других целей, желательна, но до сих пор не привела к конкретным вариантам реализации, поскольку этот процесс имеет многочисленные недостатки, в особенности, при встраивании водных резервуаров в верхние части зданий.

На фиг. 1 показаны различные варианты осуществления настоящего изобретения, при этом по меньшей мере в первом из них один верхний водный резервуар 110 создан в нижней части здания 100, которое необходимо построить для выполнения конкретной первой функции, отличной от выработки электричества или управления водными ресурсами (например, стоянки для автомобилей, офисы, жилые помещения, помещения для проведения культурных или спортивных мероприятий, склады, заводы и т.д.). Подобные здания, таким образом, строятся не только для получения водного резервуара, как водонапорная башня, но имеют иное первое назначение. Встраивание подземных или полуподземных резервуаров 110 для хранения воды в фундаменты зданий представляет собой только второе назначение зданий. Поскольку для здания необходимы фундаменты, здание также формирует часть инфраструктуры водных резервуаров, и наоборот, дополнительные затраты на создание гидроаккумулирующих систем генерации гидроэлектроэнергии остаются маржинальными, при этом достаточно расположить нижний(е) резервуар(ы) в любом другом месте, чтобы получить выигрыш за счет разницы уровней земли.

Нижний водный резервуар 120 может состоять из искусственного озера, которое предпочтительно является существующим природным водоемом, таким как озеро, водоток, море или океан.

Таким образом, единственный нижний водный резервуар может быть связан с несколькими верхними водными резервуарами, аналогичными водному резервуару 110 на фиг. 1. При этом нижний водный резервуар 120 образует общий резерв, объем которого больше или равен объему всех верхних водных резервуаров 110, с которыми взаимодействует нижний водный резервуар.

Соответствующие датчики уровня жидкости 180 связаны с верхними водными резервуарами 110 и, при необходимости, водоемом, образующим общий нижний водный резервуар 120, в частности, если объем этого водоема ненамного превосходит объем верхних водных резервуаров 110.

В одном из вариантов осуществления, показанных на фиг. 1, гидроэлектрическая микрогенераторная система 130, предназначенная для приема воды из верхнего водного резервуара 110, расположена вблизи от нижнего водного резервуара 120, чтобы обеспечить возможность размещения турбины как можно ближе к месту, соответствующему максимальной разнице уровней относительно верхнего водного резервуара, на дне напорного водовода 140, имеющего минимальное количество изгибов, в месте, где кинетическая энергия достигает максимума. Вода, выходящая из турбины микрогенераторной системы 130, поступает по вспомогательному трубопроводу в общий нижний водный резервуар 120. Дистанционно-управляемый клапан 150 размещается на напорном водоводе 140.

В одном из возможных вариантов осуществления система генерации гидроэлектроэнергии 130 может образовывать обратимую машину, в которой гидравлическая часть может одинаково хорошо функционировать как в качестве насоса, так и турбины, при этом электрическая часть также может одинаково хорошо функционировать как в качестве электродвигателя, так и генератора переменного тока. Далее генератор с помощью труб может формировать двусторонний поток жидкости. Тем не менее, в других вариантах осуществления к системе генерации гидроэлектроэнергии присоединяется отдельная насосная установка. В предполагаемых вариантах осуществления между верхним и нижним водными резервуарами могут применяться две отдельных соединительных трубы, одна для насоса, а другая для турбины, позволяющих при необходимости одновременно осуществлять перекачку и приведение турбины в дей-

ствие. Однако использование единственной общей трубы для двустороннего потока жидкости может оказаться достаточным, если необходимо только чередовать приведение турбины в действие и перекачку.

В режиме накопления электроэнергия, подаваемая на станцию управления 1 по линиям 74 или 72, 73 от солнечной электростанции 6 или ветроэлектростанции 7, например, или непосредственно через систему распределения электроэнергии в периоды низкого потребления, питает машину, функционирующую в качестве электродвигателя, который приводит в действие насос для подъема воды из нижнего водного резервуара 120 к верхнему водному резервуару 110, соответствующему рассматриваемой системе генерации гидроэлектроэнергии, и для увеличения потенциальной энергии. В режиме высвобождения турбина, получающая кинетическую энергию воды, протекающей в напорном водоводе 140, приводит в действие генератор переменного тока, который вырабатывает электроэнергию, направляемую к станции управления 1 по линиям 171.

В зависимости от напора воды и интенсивности подачи могут применяться различные турбины. Например, могут использоваться турбины Каплана, Френсиса или Пелтона, которые удовлетворяют требованиям в большинстве ситуаций. Однако не исключается использование и других более специальных типов систем генерации гидроэлектроэнергии, например турбин Турго или Банки.

По общему правилу, для систем гидроэлектрогенерации, рассчитанных на работу в диапазоне от 100 кВт до 1 МВт, по гидравлическим и экономическим соображениям предпочтительно использовать отдельные турбины и насосы, хотя могут предусматриваться и машины, объединяющие турбины и насосы, при условии тщательного выбора рабочих точек.

Для энергий в диапазоне от 1 до 4 МВт обычно также предпочтительно использовать отдельные турбину и насос. При определенных обстоятельствах, тем не менее, можно использовать турбину, присоединенную к насосу, например, так называемую диагональную поворотно-лопастную турбину.

Каждая система генерации гидроэлектроэнергии 130 включает также блоки управления и контроля.

Соединительный напорный водовод 140 между водным резервуаром 110 и водным резервуаром 120 имеет наклон по меньшей мере 3% и предпочтительно больше 5%, и разницу уровней по меньшей мере 5 м и предпочтительно в диапазоне от 10 до 50 м, при этом, конечно, возможна и большая разница уровней, если позволяет топография местности.

Напорный водовод может предпочтительно иметь диаметр в диапазоне от 0,3 до 1 м и изготавливаться, например, из стали или бетона, или из пластика и(или) стекловолокнистого материала. Если для приведения в действие турбины и перекачки используются две отдельные трубы, их характеристики априорно принимаются одинаковыми для обеих труб.

Водный резервуар 110 может иметь объем по меньшей мере 500 $м^3$, но может предпочтительно иметь и значительно больший объем, например в диапазоне от 5000 до 30000 $м^3$. Кроме того, можно использовать несколько водных резервуаров, установленных в фундаментах различных зданий и соединенных друг с другом, как показано ниже.

Дистанционно-управляемые клапаны 150 установлены на трубах, соединяющих верхние водные резервуары 110 с системами генерации гидроэлектроэнергии 130, выходом водных резервуаров 110 или входом систем генерации гидроэлектроэнергии 130. Дистанционно-управляемые клапаны могут также помещаться за пределами систем генерации гидроэлектроэнергии 130.

Для вариантов осуществления с низким напором воды в диапазоне от 5 до 8 м напор на всасывании турбин и местоположение частей оборудования позволяют осуществлять прямое соединение с водоемом при условии доступа атмосферного воздуха, например, при помощи простого канала или трубы, не находящейся под давлением, в непосредственной близости от верхнего водного резервуара и, в необходимых случаях, на его уровне.

Следует отметить, что при напоре воды, превышающем 8 м, т.е. большем, чем атмосферное давление, турбины обязательно должны находиться на высоте нижнего водного резервуара 120, но необязательно в непосредственной близости от нижнего водного резервуара 120. Поэтому можно разместить турбину и всю систему генерации гидроэлектроэнергии дистанционно, чтобы она располагалась в технических помещениях, подземных или нет, на том же уровне, что нижний водный резервуар 120, такой как река, без того, чтобы они находились непосредственно на берегу реки и, таким образом, в непосредственной близости от нижнего водного резервуара 120, однако были, например, расположены под землей ниже верхнего водного резервуара 110.

Ниже описаны варианты осуществления, в которых используется система генерации гидроэлектроэнергии, общая для нескольких верхних водных резервуаров, встроенных в различные здания и расположенных практически на одинаковом уровне. Это позволяет рационализировать конструкцию и сократить затраты на строительство и техническое обслуживание путем концентрации выработки электроэнергии в единственной системе генерации гидроэлектроэнергии, взаимодействующей с несколькими верхними водными резервуарами. Имеется только одно соединение между станцией управления и преобразования электроэнергии 1 и основной электроэнергетической системой.

Обращаясь по-прежнему к фиг. 1, отметим, что здесь показан еще один вариант осуществления изобретения, в котором верхний водный резервуар 210 выполнен в фундаментах здания 200, как и в опи-

санном выше варианте осуществления, однако нижний водный резервуар 220 также выполнен тем же способом в фундаментах другого здания 200А, которое находится на меньшей высоте, ниже уровня фундаментов первого здания 200.

В этой конфигурации верхний водный резервуар 210 и нижний водный резервуар 220 могут успешно быть связаны с установкой кондиционирования воздуха и(или) отопления, включая тепловой насос 291, 292, как объясняется ниже, однако естественно, что точно так же можно связать только один из водных резервуаров 210 или 220 с такой установкой кондиционирования воздуха и(или) отопления и, аналогичным образом, описанный выше водный резервуар 110 может при необходимости быть связан с тепловым насосом.

Верхний водный резервуар 210 и нижний водный резервуар 220 взаимодействуют по меньшей мере через одну трубу 240, оснащенную дистанционно-управляемым клапаном 250. Система генерации гидроэлектроэнергии 230, включающая турбину и насосную установку, которая может размещаться вблизи от нижнего водного резервуара 220, расположена на трубе 240. Система генерации гидроэлектроэнергии 230 выполняет ту же функцию, что система генерации гидроэлектроэнергии 130 и присоединена к станции управления 1 электроэнергетической системы при помощи линии 271. С каждым из водных резервуаров 210 и 220 связаны датчики уровня жидкости 280А, 280В.

В варианте осуществления с верхним водным резервуаром 210 и нижним водным резервуаром 220, встроенными в фундаменты зданий, может быть рассмотрена особая ситуация, когда нижний водный резервуар 220 образует горячий источник для установки кондиционирования воздуха всей или части здания 200А или примыкающих связанных с ним зданий, при этом установка кондиционирования воздуха включает по меньшей мере один тепловой насос 292.

Аналогичным образом, верхний водный резервуар 210 мог бы выполнять такую же функцию по отношению к установке кондиционирования воздуха здания 200. Однако с точки зрения тепловой энергии может оказаться предпочтительным, чтобы верхний водный резервуар 210 выполнял функцию холодного источника для установки отопления всего или части здания 200 или примыкающих связанных с ним зданий, при этом установка отопления включает по меньшей мере один тепловой насос 291.

Нижний водный резервуар 220 естественно, также может выполнять функцию холодного источника для установки отопления всего или части здания 200А или примыкающих связанных с ним зданий, при этом установка отопления включает по меньшей мере один тепловой насос 292.

Обращаясь по-прежнему к фиг. 1, а также к фиг. 2, отметим, что на них показан еще один пример устройства согласно настоящему изобретению, которое включает составной верхний водный резервуар 310, содержащий первый отдельный резервуар 311, размещенный в фундаментах первого здания 301, которое может представлять собой искусственное сооружение любого типа, выполняющее функцию приема товаров или людей и, кроме того, продолжается под автомобильной стоянкой 302, окружающей здание 301, и по меньшей мере один второй отдельный резервуар 312, размещенный в фундаментах другого здания 303, которое в некоторых случаях может относиться к тому же типу, что первое здание 301. Два отдельных резервуара 311 и 312, которые расположены практически на одном уровне, соединены уравнительной трубой 341. Первый отдельный резервуар 311 соединен с напорным водоводом 340, по которому вода сбрасывается в нижний водный резервуар 120, расположенный на более низком уровне, чем все отдельные резервуары 311, 312, и имеющий объем, больший или равный сумме объемов отдельных резервуаров 311, 312. Таким образом, нижний водный резервуар 120 предпочтительно состоит из естественного или искусственного водоема, расположенного вблизи от уровня земли, например, озера, реки, моря или водоочистительного резервуара.

Система генерации гидроэлектроэнергии 330, которая соединена линией 371 со станцией управления 1 электроэнергетической системы и включает турбину и насосную установку и дистанционно-управляемый клапан 350, подключена к модулю управления, разрешающему выработку электроэнергии, когда вода из отдельных резервуаров 311, 312 выборочно проходит по напорному водоводу к нижнему водному резервуару 120 в периоды пикового потребления электроэнергии в сети и перекачивается вверх из нижнего водного резервуара 120 к верхним отдельным резервуарам 311, 312 в периоды низкого потребления электроэнергии.

Как указано выше, если разности уровней между отдельными резервуарами 311, 312 и нижним водным резервуаром 120 относительно невелики, находясь на практике в диапазоне от 5 до 8 м, система генерации гидроэлектроэнергии 330 может размещаться практически на уровне отдельных резервуаров 311, 312. Это в равной степени применимо и к другим вариантам осуществления. В описанном выше третьем варианте осуществления, независимо от разности уровней, можно также установить систему генерации гидроэлектроэнергии 330 на уровне нижнего водного резервуара 120. Кроме того, отдельные водные резервуары 311, 312 оснащены датчиками уровня 380А, 380В аналогично водным резервуарам в описанных выше вариантах осуществления.

На фиг. 1 и 2 показаны здания 301 и 303, связанные с автомобильными стоянками, включая защитные навесы, оснащенные панелями солнечных элементов 6А, которые могут участвовать в подаче энергии на насосную установку системы генерации гидроэлектроэнергии 330 на тех же условиях, что другие экологически чистые источники энергии 6, 7 или электроэнергетическая система в период низкого потребления.

На фиг. 1 показаны также отдельные резервуары 311, 312, которые могут служить в качестве горячих источников для установки кондиционирования воздуха, включающей тепловые насосы 391, 392, или в качестве холодных источников для установки отопления, также аналогичным образом включающей тепловые насосы 391, 392. Здесь установки кондиционирования воздуха и отопления показаны в качестве используемых непосредственно в зданиях 301 и 303, в основании которых образованы водные резервуары 311 и 312 и которые могут представлять собой, например, коммерческие центры или офисные здания, хотя установки кондиционирования воздуха и отопления могли бы также располагаться во вспомогательных зданиях, примыкающих к зданиям 301 и 303.

На фиг. 2 видно, что если отдельные резервуары 311, 312, составляющие верхний водный резервуар 310, выполнены в фундаментах зданий 301 и 303 и образуют, по существу, закрытые пространства, они разделены на отсеки, при этом части 361, 362 отдельного резервуара 311 и часть 363 отдельного резервуара 312 сообщаются с атмосферой, чтобы обеспечить выполнение дополнительных функций, таких как естественное охлаждение или туманообразование, например. Другие примеры дополнительных функций воды, содержащейся в отдельных резервуарах верхнего водного резервуара, упоминаются ниже.

На фиг. 3 и 4 показан в разрезе пример устройства согласно настоящему изобретению, в котором изображены только водные резервуары и их соединения, несмотря на то, что они рассчитаны на встраивание в фундаменты зданий, предназначенных для вариантов использования, отличных от одной только выработки электроэнергии.

На фиг. 3 и 4 показаны нижний водный резервуар 420 и составной верхний водный резервуар 410, включающий основной отдельный резервуар 411 и ряд вспомогательных отдельных резервуаров 412-415, расположенных на том же уровне, что основной отдельный резервуар 411, и соединенных уравнительными трубами 416-419. Всего показаны пять отдельных резервуаров 411-415, но это количество не ограничивает объем настоящего изобретения, поэтому вполне возможно использовать меньшее или большее общее количество отдельных резервуаров, например, десять отдельных резервуаров. Турбина 432 расположена над верхним водным резервуаром 420 и принимает поток воды, протекающий в напорном водотоке 442, который начинается в основном отдельном резервуаре 411, и на котором на котором расположен дистанционно-управляемый клапан 451. Насос 431, расположенный на уровне нижнего водного резервуара 420, сбрасывает воду в трубу 441, которая снабжена обратным клапаном 452 и может в некоторых случаях частично совпадать с напорным водотоком 442. Дополнительная труба 443, снабженная спускным клапаном 453, может быть расположена параллельно напорному водотоку 442.

Вариант осуществления, показанный на фиг. 3, отличается от варианта, показанного на фиг. 4, только наличием нижнего водного резервуара 420, состоящего из двух частей, включая первый водный резервуар 421 ограниченной площади, связанный с водосливом 422.

На фиг. 3 и 4 также символически изображена схема управления 460 для подключения насосной установки 431 к распределительной сети с помощью линий 461, 471 и станции управления 1 в периоды низкого потребления электроэнергии и для подключения системы генерации гидроэлектроэнергии 432 к распределительной сети с помощью линий 462, 471 и станции управления 1 в периоды пикового потребления электроэнергии. На фиг. 3 и 4 также показаны линия управления 463 дистанционно-управляемого клапана 451 и дополнительная линия 474 для приема электроэнергии, вырабатываемой локально, например, панелями солнечных элементов 6А или ветровыми турбинами 7 для локальной подачи электропитания на схему управления 460 и насос 431 по линии 461, чтобы подавать электроэнергию в дополнение или вместо электроэнергетической системы, управляемой станцией управления 1. Электроэнергетическая система может быть локальной, региональной, национальной или транснациональной.

Существует много вариантов изобретения. В частности, система генерации гидроэлектроэнергии, связанная с нижним водным резервуаром, расположенным в фундаментах искусственного сооружения, может подавать электроэнергию в традиционную электроэнергетическую систему в периоды пикового потребления, спуская воду из верхнего водного резервуара, который был предварительно заполнен в период низкого потребления, однако она может также обеспечивать снабжение электроэнергией здания или связанных с ним зданий, например, таких как автомобильные парковки, более независимым способом. Степень независимости возрастает, если для приведения в действие насосного устройства с целью заполнения одного верхнего водного резервуара из запаса воды, находящегося в нижнем водном резервуаре, используются возобновляемые источники энергии. Пока происходит спуск воды из верхнего(их) резервуара(ов), электричество, вырабатываемое системой генерации гидроэлектроэнергии, может использоваться локально, например, для освещения помещений или зарядки аккумуляторов электромобилей в автомобильном парке, при этом, естественно, возможны и другие типы локального использования электроэнергии.

Снова обращаясь к фиг. 1, отметим, что на нем показан еще один вариант осуществления настоящего изобретения, в котором верхний водный резервуар 315 образован естественным или искусственным водоемом независимо от зданий, а нижний водный резервуар образован одним или несколькими водными резервуарами 312, 311, которые встроены подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений 303, 301, таких как офисные здания или коммерческие центры, например. Напорный водоток 342 соединяет верхний водный резервуар 315 с системой генерации гидроэлектро-

энергии 332, которая расположена на уровне водных резервуаров 312, 311. Дистанционно-управляемый клапан 352 расположен на напорном водотоке 342.

Настоящее изобретение подходит также для каскадных схем. Соответственно, как показано на фиг. 1, водные резервуары 311 и 312 могут состоять из нижних водных резервуаров для первого устройства, использующего верхний резервуар 315, такой как озеро, например, при этом те же водные резервуары 311 и 312, соединенные уравнительной трубой 341, могут образовывать отдельные резервуары верхнего водного резервуара другого устройства, использующего нижний водный резервуар 120, такой как море, озеро или река, например. Ограничений на количество отдельных резервуаров 311, 312 не существует, но устройство всегда должно содержать по меньшей мере один водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственного сооружения, чтобы уменьшить стоимость инфраструктур, которые являются частично общими для здания и водного резервуара, укрепить механическую конструкцию основания здания, а также обеспечить возможность дополнительной синергии, создав условия, при которых объем воды, хранящейся в этих водных резервуарах, может выполнять другие функции, в особенности тепловые функции, которые подробнее описаны ниже.

На фиг. 5 показан первый верхний отдельный резервуар 511, соединенный уравнительной трубой 513 со вторым верхним отдельным резервуаром 512, при этом верхние отдельные резервуары 511 и 512 закрыты и встроены в фундаменты зданий, которые не показаны. Например, каждый из верхних отдельных резервуаров 511 и 512 имеет глубину 3 м и объем 30000 или 15000 $м^3$ соответственно. В качестве примера, между верхним уровнем воды N1 в верхних отдельных резервуарах 511, 512 и нижним уровнем воды N2 в нижнем резервуаре 520, таком как река, задан напор H, составляющий 5 м (см. фиг. 6).

На фиг. 5 показан пример насоса 531, расположенного на уровне нижнего приемника 520, и турбина 532, которая, учитывая низкий напор воды, расположена возле первого верхнего отдельного резервуара 511. Турбина 532 может, таким образом, быть соединена с верхним водоемом открытым водотоком, таким как канал или труба, не находящаяся под давлением.

На фиг. 6 и 7 в большем масштабе, в вертикальном разрезе и в плане, показан насос 531 с его выпускной трубой 541 и турбиной 532.

Если водные резервуары образуют также холодные или горячие источники для установок кондиционирования воздуха и отопления, можно формировать группы зданий, особенно экономичных с точки зрения энергопотребления, поскольку объемы воды, используемые для регулирования выработки электроэнергии, обеспечивают также рационализацию работы установок отопления и кондиционирования воздуха и, вследствие этого, уменьшение общего энергопотребления. Известно, в частности, что супермаркетам требуется очень много энергии для кондиционирования воздуха или охлаждения, вследствие чего наличие в этом же здании или вблизи от него, например, под автомобильной стоянкой, устройства согласно настоящему изобретению оказывается особенно выгодным. Каждая установка кондиционирования воздуха и отопления может содержать несколько небольших тепловых насосов вместо единственного теплового насоса большей мощности.

На фиг. 8 показан пример схемы охлаждения контура теплового насоса чистой воды 10, используемого с устройством согласно настоящему изобретению, в котором водный резервуар, образующий холодный источник 36, установлен в фундаментах здания, снабженного отопительным контуром 33.

Тепловой насос 10 включает циркуляционный контур охлаждающей жидкости, содержащий по меньшей мере один конденсатор 11, который сам содержит вторичный контур теплообмена, включающий вход воды 31 и выход воды 32, присоединенные к отопительному контуру 33, детандер 12, испаритель 13, который сам содержит вторичный контур теплообмена, включающий вход воды 34 и выход воды 35, присоединенные к подземному или полуподземному водному резервуару 110; 210; 220; 311, 312, образующему холодный источник 36, и компрессорный агрегат 14.

Более конкретно, на линии 15, соединяющей конденсатор 11с детандером 12, показаны фильтр 18 и индикатор работы 19. Линия 16, соединяющая испаритель 13 с компрессорным агрегатом 14, включает датчик температуры 20 и датчик низкого давления 22. Линия 17, соединяющая компрессорный агрегат 14 с конденсатором 11, включает датчик высокого давления 21.

Все компоненты 11-22, образующие тепловой насос 10, могут быть сгруппированы в ограниченном пространстве вследствие близости запаса 36 воды и отопительного контура 33. В частности, весь контур охлаждающей жидкости, такой как фреон, может быть заключен в уменьшенном пространстве в подземных или полуподземных технических помещениях вблизи от водного резервуара 36, что предпочтительно с точки зрения экономичности эксплуатации и безопасности. Так, вследствие небольшой длины труб с охлаждающей жидкостью потери энергии меньше, расход охлаждающей жидкости ниже, а циркуляционный контур охлаждающей жидкости ограничен местом, находящимся далеко от общедоступных зон здания. Теплообмен с жидкостью легко осуществить при помощи испарителя 13, при этом температура воды, находящейся в водном резервуаре 36, обычно естественным образом адаптируется к процессам теплообмена, осуществляемым в тепловом насосе.

На фиг. 9 показан пример схемы охлаждения контура теплового насоса 10, образующего воздушный кондиционер для конденсации чистой воды и используемого с устройством согласно настоящему изобретению, в котором водный резервуар, образующий горячий источник 43, установлен в фундаментах

здания, снабженного установкой кондиционирования воздуха, например, с охлаждаемыми витринами 46.

Схема охлаждения воздушного кондиционера 10 для конденсации, показанная на фиг. 9, очень похожа на схему теплового насоса 10, показанную на фиг. 8, поэтому общие элементы, имеющие те же ссылочные обозначения, повторно не описываются. В схеме, изображенной на фиг. 9, конденсатор 11 включает вход воды 41 и выход воды 42, присоединенные к подземному или полуподземному водному резервуару 110; 210; 311, 312, образующему горячий источник 43, при этом испаритель 13 включает вход 44 для теплоносителя, например воды и антифриза, и выход 45 для того же теплоносителя, присоединенный к контуру теплоносителя в контуре кондиционирования воздуха или охлаждения 46.

Как и в тепловом насосе, изображенном на фиг. 8, все компоненты 11-22, образующие воздушный кондиционер 10 для конденсации, показанный на фиг. 9, могут быть сгруппированы в ограниченном пространстве вследствие близости запаса 43 воды и охлаждающего контура 46. В частности, конденсатор 11 можно установить в подземных технических помещениях, что сокращает длину контура охлаждающей жидкости, уменьшает необходимое количество охлаждающей жидкости и ограничивает этот контур охлаждающей жидкости пространством, расположенным далеко от общедоступных зон.

Следует отметить, что, если отдельный водный резервуар имеет объем больший, чем приблизительно 500 м^3, количество воды, используемой для работы теплового насоса или кондиционера воздуха для конденсации, относительно невелико, поэтому изменения с течением времени объема воды, содержащейся в водном резервуаре 36 или 43, не оказывают значительного влияния на работу испарителя 13, показанного на фиг. 8, или конденсатора 11, показанного на фиг. 9, тем более, что остаточный объем воды порядка по меньшей мере 200 м^3 постоянно присутствует в водном резервуаре 36 или 43, чтобы не допустить опустошение насоса, связанного с системой генерации гидроэлектроэнергии. Таким образом, можно принять меры для сохранения некоторой минимальной глубины воды в каждом из водных резервуаров 36 или 43 в любой момент времени. Однако даже в случае кратковременной нехватки воды в водном резервуаре 36 или 43, хотя наличие воды является предпочтительным ввиду ее тепловой инерции, процесс теплообмена внутри испарителя 13 или конденсатора 11 может продолжаться, если временно ввести воздух через входы и выходы 34, 35 или 41, 42, чтобы можно было продолжать эксплуатацию установок отопления или кондиционирования воздуха без риска.

Варианты осуществления с водным резервуаром, встроенным в фундаменты зданий, более конкретно описаны ниже.

На фиг. 10A и 10B приведены примеры традиционных зданий 60, 60A без водного резервуара, которые содержат надземную часть 63, пол 64 на уровне земли и фундаменты 61 в виде свайных опор, закрепленных в земле. Фиг. 10A соответствует глинистому грунту, требующему глубоких фундаментов 61, связанных с опорными столбами 62 для укрепления надземной части, при этом фиг. 10B соответствует менее стабильному грунту, такому как песчаный или известняковый грунт, требующему, тем не менее, полуглубоких или глубоких фундаментов 61, но без необходимости добавлять столбы 62. Глинистые грунты характерны для плато, тогда как песчаные или известняковые грунты характерны для долин или устьев рек.

На фиг. 11A и 11B приведены примеры зданий 660, 660A на грунтах, аналогичных грунтам, показанным на фиг. 10A и 10B соответственно, но в которых водный резервуар установлен в фундаментах в соответствии с изобретением.

Таким образом, на фиг. 11A показаны глубокие фундаменты 661, прикрепленные к устройству битумной гидроизоляции 665, образующему водонепроницаемый водный резервуар с набором отсеков 668, закрытых полом 664, на котором расположены опорные столбы 662, поддерживающие надземную часть 663. В целом, строительство водного резервуара не требует строительных работ, значительно превосходящих по сложности производство глубоких фундаментов, но наличие битумной гидроизоляции с днищем, состоящим из сплошного фундамента, и разделенного на отсеки водного резервуара упрочняет всю конструкцию и, тем самым, повышает качество здания.

Здание, показанное на фиг. 11B, аналогично зданию на фиг. 11A, но не имеет опорных столбов 662, учитывая характер местности, которая менее нестабильна.

В каменистых или гранитных зонах предпочтительно использовать водные резервуары большей площади и меньшей глубины.

Водные резервуары, встроенные в фундаменты здания, могут иметь толщину поперечных стенок в диапазоне от 20 до 45 см, например 30 см, и толщину дна в диапазоне от 10 до 25 см, например 15 см, что позволяет обеспечить необходимую механическую прочность и в то же время встроить эти стенки в фундаменты здания без дополнительных затрат на производство инженерных работ.

Как указано выше, площади и объемы водных резервуаров могут иметь различные значения в зависимости от конфигурации зданий и энергии, которую необходимо получить от устройства. Таким образом, могут быть предусмотрены относительно небольшие отдельные резервуары, встроенные в здания, например, вместимостью 1200 м^3 (например, 2 м×20 м×30 м), вместимостью 2400 м^3 (например, 2 м×30 м×40 м) или вместимостью 4800 м^3 (например, 2 м×40 м×60 м), но отдельные резервуары могут иметь и более крупные размеры, в частности, если земляные работы производятся в районах коммерческой и

промышленной деятельности, мелкого производства или обслуживания. В этом случае может быть предусмотрен крупный основной отдельный резервуар вместимостью, например, 30000 $м^3$ (например, 3 м×100 м×100 м), и от одного до десяти вспомогательных отдельных резервуаров со средним размером, например, 15000 $м^3$ (например, 3 м×50 м×100 м).

Каждый отдельный резервуар, встроенный в фундаменты здания, предпочтительно имеет под землей глубину, меньшую или равную 12 м, и надстроенную часть, высота которой меньше или равна 3 м. Устройство битумной гидроизоляции, таким образом, принципиально не отличается от соответствующего устройства стандартного плавательного бассейна, но водный объем по меньшей мере основной части каждого подземного или полуподземного водного резервуара будет закрыт по соображениям безопасности.

В зависимости от топографии местности напор H между верхним водным резервуаром и нижним водным резервуаром может, как правило, колебаться в диапазоне от 5 до 100 м. Эти напорные водотоки могут иметь наклон по меньшей мере 3%. На практике потери напора и эффективность приемлемы, если выбранная длина напорного водотока превышает высоту напора не более, чем в двадцать раз. В зависимости от объема воды, имеющегося в верхних водных резервуарах (в диапазоне от 45000 до 180000 $м^3$, например), интенсивность подачи может быть получена в диапазоне от 4,2 до 16,7 $м^3/с$, например, для диаметров напорного водотока в диапазоне от 1,45 м до 2,5 м соответственно. Производство электроэнергии в пиковые периоды (расчетной продолжительностью три часа) может находиться в диапазоне приблизительно от 450 до 37700 кВт пропорционально объему воды в верхних водных резервуарах и напору.

Таким образом, оптимизация технических и экономических параметров достигается при суммарном объеме, превышающем приблизительно 70000 $м^3$ для верхних водных резервуаров, и напоре, равном или большем 15 м, однако значительные преимущества могут, тем не менее, быть получены и за счет объема в диапазоне от 500 до 1000 $м^3$ и напора 5 м. Следовательно, устройства согласно настоящему изобретению пригодны для выработки энергии в диапазоне от 100 кВт до 4 МВт и, более конкретно, от 300 кВт до 4 МВт.

В любом случае размер отдельных резервуаров остается таким, что их можно встраивать в фундаменты традиционных зданий без необходимости обращаться к технологиям строительства перемычек и, вследствие этого, без дополнительных вложений в производство строительных работ по сравнению со зданиями традиционной постройки.

Приведение в действие насосов, естественно, требует энергии, но энергия, потребляемая насосом, может быть успешно получена вне пиковых периодов от экологически чистых видов энергии (солнечная или ветровая энергия, например), или от самой электроэнергетической системы в периоды низкого потребления, либо когда нагрузка на систему недостаточна, либо когда использование доступной электроэнергии выравнивает потребление и, тем самым, упорядочивает работу системы.

Выбранный тип турбины зависит, главным образом, от имеющегося напора H. Так, турбины Каплана хорошо подходят для малых высот напора в диапазоне от 5 до 20 м, тогда как турбины Френсиса или Пелтона предпочтительно использовать для большого напора, например, в диапазоне от 20 до 100 м.

Длину напорных водоводов можно изменять в соответствии с окружающей обстановкой. Так, можно использовать короткие трубы длиной, превышающей высоту напора приблизительно в два раза, или длинные трубы длиной приблизительно до 2 км, которые могут прокладываться вдоль существующих дорог, например. Длина секции трубы может находиться, например, в диапазоне от 0,3 до 3 м.

Уравнительные трубы между отдельными резервуарами, которые не находятся под давлением, могут быть выполнены из бетона, стали, ПХВ или пластика, армированного стекловолокном. Они создают небольшую потерю напора и могут иметь секции в диапазоне от 0,2 до 2,5 м. Расстояние между двумя отдельными резервуарами одного комплекта водных резервуаров, связанного с одной системой генерации гидроэлектроэнергии, т.е. длина уравнительной трубы предпочтительно меньше или равна 1000 м.

Варианты изобретения описаны ниже со ссылкой на фиг. 12-16, в которых запас воды выполняет одну или несколько функций в дополнение к функции сохранения потенциальной энергии.

Отметим, прежде всего, что наличие большого объема воды в основании здания вносит весомый вклад в регулирование температуры окружающего воздуха за счет эффекта естественной тепловой инерции.

Кроме того, учитывая движение воды, вызываемое повторным спуском в периоды пикового потребления энергии и повторным заполнением в периоды низкого потребления энергии, вода в водном резервуаре не является застойной и не создает проблем, связанных с загрязнением.

Периоды низкого и пикового потребления энергии могут чередоваться в течение одних суток, в результате чего происходит ежедневное движение по меньшей мере части воды в прямом и обратном направлении между водным резервуаром, размещенным под зданием, и вторым водным резервуаром, размещенным на другом уровне.

Однако настоящее изобретение применимо также к процессам заполнения и спуска большей амплитуды, например, в периоды продолжительностью несколько суток, несколько недель или даже не-

сколько месяцев, чтобы учесть сезонные пики потребления.

Кроме того, суммарный объем воды в водном резервуаре предпочтительно больше чем 1000 $м^3$ и предпочтительно достигает по меньшей мере 10000 $м^3$ или даже в десять раз превышает это значение, вследствие чего вода из водного резервуара, размещенного в здании, может использоваться для выполнения других дополнительных функций, требующих присутствия воды, но в относительно небольших количествах, не влияя на функцию, выполняемую запасом воды для потребности в создании потенциальной энергии.

В качестве примера, на фиг. 12 изображена схема, представляющая использование воды из отсеков 668 водного резервуара, который имеет дно 665 и размещается в фундаментах 661 здания, имеющего пол 664, переднюю стену 666 и потолок 663, для создания биоклиматического фасада и естественного охлаждения этого фасада. Отсек 668 подземного водного резервуара расположен за пределами здания перед фасадом, с верхней поверхностью, которая сообщается с атмосферой и, тем самым, образует водоудерживающий бассейн. Наклонная стена 667, которая может быть прозрачной или полупрозрачной, расположена перед фасадом и опрыскивается водой, при этом между этой стеной 667 и фасадом 666 образуется пространство, в котором горячий наружный воздух, охлаждаемый текущей водой, рекуперируемой в этом отсеке 668, поднимается вдоль фасада 666 позади наклонной стены 667, чтобы охлаждать фасад 666. Воздух, нагретый на уровне крыши 663, также может охлаждаться внутри здания, поскольку пол 664 находится над массой воды в оставшейся части подземного водного резервуара под зданием.

Стена воды, создаваемая перед фасадом, и открытый бассейн перед фасадом здания могут естественным образом создавать эстетический эффект в дополнение к регулированию температуры.

На фиг. 13 показан пример усиленной естественной вентиляции, полученной в здании 660, оборудованном подземным или полуподземным водным резервуаром в соответствии с настоящим изобретением. При этом здание может естественным образом охлаждаться системой, известной под названием "канадской стеновой системы", которая позволяет управлять поступлением тепла.

Воздух снаружи поступает через впуск 671 в сеть труб 672, которые могут принимать форму спиралей и размещаться на дне 665 водного резервуара, обеспечивая возможность охлаждения воздуха путем теплообмена с водой в подземном или полуподземном водном резервуаре. Охлажденный воздух в трубах 672 отводится назад внутрь здания 660 через выпуск 673, высоко расположенный, например, вблизи от потолка 663 в центральной части здания 660. Стрелки 674 и 675 символически представляют путь движения воздуха, который сначала охлаждает воздух внутри здания (стрелки 674), прежде чем подвергнуться нагреву (стрелки 675) и удалению наружу из верхней части здания. Таким образом, возникает явление усиленной естественной вентиляции без потребления воды, но благодаря ее присутствию.

На фиг. 14 показан другой пример естественного охлаждения, получаемого, как и в варианте осуществления, показанном на фиг. 2, путем выделения для отсека 668 подземного или полуподземного водного резервуара бассейна 679, сообщающегося с атмосферой, который может служить для различных вариантов использования: в качестве плавательного бассейна, декоративного бассейна, для создания эффектов туманообразования, сбора дождевой воды и т.д. То обстоятельство, что этот открытый бассейн может располагаться в центре здания 660, также позволяет создавать эффект регулирования температуры. При необходимости открытая поверхность воды, сообщающаяся с атмосферой, может быть закрыта защитной решеткой или сеткой по соображениям безопасности.

На фиг. 15 показан вариант осуществления, в котором могут использоваться все описанные выше варианты, но который также включает сеть труб 676, помещенных в надземной части здания 660. Вода в трубы 676 поступает из отсеков 668 водного резервуара и может использоваться для всех применений, в которых разрешено использование дождевой воды: спринклеров, в качестве воды для хозяйственных нужд в туалетах 678, в установках мойки автомобилей 677 или в других очистительных установках и т.д.

На фиг. 16 показана одна из версий варианта осуществления, представленного на фиг. 15, которая может быть также объединена с ним. Вода по меньшей мере из некоторых отсеков 668 подземного или полуподземного водного резервуара под зданием 660 подается к пожарным постам 684 и(или) колонне 681, поступая в сеть труб 682, распределенных по крыше или стенам здания, а затем к спринклерным системам 683, готовым к использованию в случае пожара.

Как указано выше, различные описанные варианты осуществления можно объединять друг с другом. В частности, подземный или полуподземный водный резервуар под зданием в дополнение к своей основной функции сохранения потенциальной энергии может выполнять функцию обеспечения естественного охлаждения воздуха внутри здания одновременно с созданием холодного источника для установки отопления с использованием теплового насоса, или горячего источника для установки воздушной конденсации чистой воды или охлаждения, не говоря о других дополнительных вариантах использования, упомянутых выше со ссылкой на фиг. 14-16.

Изготовление резервуара для хранения воды в фундаментах здания, используемого для хранения товаров или людей, без затрат на производство дополнительных инженерных работ или при маржинальном превышении затрат создает, таким образом, подлинный синергический эффект, тем более что наличие этого бассейна, обеспечивающего возможность сохранения гидроэлектроэнергии и позволяющего оптимизировать обмен тепловой энергией, также механически упрочняет всю конструкцию здания.

Ниже со ссылкой на схему, изображенную на фиг. 17, описана общая схема управления 100, которая, в качестве примера, может применяться к различным вариантам осуществления, описанным со ссылкой на фиг. 1, а также может быть адаптирована к другим вариантам осуществления. Схема управления 100 представляет собой устройство управления для дистанционно-управляемых клапанов, связанных с первыми отдельными резервуарами 110, 210, 311, 312, 315 и одной или несколькими системами генерации гидроэлектроэнергии 130, 230, 330, 332 в зависимости от непосредственных требований к резервной электроэнергии и уровня воды в первых водных резервуарах, измеряемого датчиками уровня 180, 280A, 380A, 380B.

Схема управления 100 принимает информацию L1, L2, L3, L4, L5 от датчиков уровня 180, 280A, 280B, 380A, 380B соответственно, при этом информация I1 от станции управления 1 сообщает о потребности в резервной электроэнергии, информация I6 сообщает о количестве солнечной энергии, которое может быть получено от солнечной электростанции 6, информация I7 сообщает о количестве ветровой энергии, которое может быть получено от ветроэлектростанции 7, и, возможно, относится также к другим типам возобновляемой энергии, доступной для выработки электроэнергии, например, геотермальной или приливной энергии.

Схема управления 100 подает сигналы управления V150, V250, V350, V352 на дистанционно-управляемые клапаны 150, 250, 350, 352 соответственно и управляющую информацию U130, U230, U330, U332 на имеющиеся системы генерации электроэнергии 130, 230, 330, 332 для приведения в действие турбины или перекачки воды, в зависимости от ситуации, которая отражает потребность либо в резервной электроэнергии в распределительной сети, получаемой за счет аккумулированной потенциальной энергии, либо в электроэнергии из возобновляемых источников, или, альтернативно или дополнительно, от стандартных источников энергии в периоды низкого потребления, обеспечивающей возможность замены аккумулированной потенциальной энергии за счет перекачки.

Спуск воды из верхних водных резервуаров 110, 210, 311, 312, 315 путем открытия соответствующих дистанционно-управляемых клапанов может происходить либо одновременно для всех водных резервуаров (хотя, возможно, частично), либо постепенно и последовательно во времени, при этом очередной верхний водный резервуар открывается, как только другой верхний водный резервуар был полностью опорожнен.

Схема управления 100 включает центральный блок, запрограммированный на открытие различных дистанционно-управляемых электромагнитных клапанов в зависимости от выявленных потребностей в выработке электроэнергии. Схема управления 100 также регулирует заполнение верхних водных резервуаров 110, 210, 311, 312, перекачивая воду из общего нижнего водного резервуара 120 или независимого нижнего водного резервуара 220 в периоды, когда электроэнергетической системой или местными системами, например ветровыми системами 7 и солнечными системами 6, вырабатывается избыток электроэнергии. Схема управления 100 также управляет, по меньшей мере, частичным заполнением верхнего водного резервуара 315, перекачивая воду из водного резервуара 312, когда последний был уже заполнен из нижнего водного резервуара 120. Однако водный резервуар 315 может также состоять из водоема, который снабжается независимо, например, дождевой водой, а водный резервуар 312 может также служить только в качестве нижнего водного резервуара без подключения к водному резервуару 311 при помощи трубы 341.

Настоящее изобретение легко может быть осуществлено в различных вариантах, при этом конкретные варианты осуществления, описанные со ссылкой на фиг. 1, могут быть реализованы независимо друг от друга и связаны с разными станциями управления, а необязательно с единственной централизованной станцией управления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система для выработки резервной электроэнергии для электроэнергетической системы, включающая, по меньшей мере, первый и второй водные резервуары, причем первый водный резервуар (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512) расположен на первом уровне, а второй водный резервуар (120; 220; 311, 312; 420; 520) расположен на втором уровне, более низком, чем первый, с разницей между уровнями по меньшей мере 5 м, по меньшей мере одну соединительную трубу (140; 240; 340; 342; 441, 442; 541) между первым водным резервуаром (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512) и вторым водным резервуаром (120; 220; 311, 312; 420; 520), имеющую угол наклона по меньшей мере 3% и снабженную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном (150; 250; 350; 352; 451; 541), систему генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 332; 432; 532), насосную установку (431; 531) и схему управления (460), отличающаяся тем, что по меньшей мере один из указанных водных резервуаров, первый или второй (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512; 120; 220; 311, 312; 420; 520), содержит один или более отдельных резервуаров, встроенных подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 300), которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, причем указанный водный резервуар (110; 210; 220; 311, 312; 411-415; 511, 512), встроенный подземным

или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), имеет суммарный объем в диапазоне от 1000 до 150000 м^3, а другой из указанных первого и второго водных резервуаров (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512; 120; 220; 311, 312; 420; 520) аналогичным образом расположен на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, при этом система генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 432; 532) имеет номинальную мощность в диапазоне от 100 кВт до 4 МВт.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что первый водный резервуар (210) встроен подземным или полуподземным способом в фундаменты первого искусственного сооружения (200), которое необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, а второй водный резервуар (220), расположенный на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, встроен подземным или полуподземным способом в фундаменты второго искусственного сооружения (250), которое необходимо выстроить для выполнения первичной функции укрытия товаров или людей независимо от вторичной функции выработки электроэнергии.

3. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что по меньшей мере один отдельный резервуар (210; 220; 311; 312), который встроен подземным способом в фундаменты искусственных сооружений, взаимодействует с установкой кондиционирования воздуха (10, 46) или холодильной установкой, служащей для всех или некоторых из указанных искусственных сооружений (200; 300) или связанных с ними зданий, причем указанная установка кондиционирования воздуха (10, 46) или холодильная установка включает по меньшей мере один конденсатор (11), снабжаемый водой из указанного отдельного резервуара (210; 220; 311; 312), детандер (12), испаритель (13), снабжаемый жидким теплоносителем, и компрессорный агрегат (14).

4. Система по п.1 или 2, отличающаяся тем, что по меньшей мере один отдельный резервуар (210; 220; 311; 312), который встроен подземным способом в фундаменты искусственных сооружений, связан с установкой для отопления (10, 33) всех или некоторых из указанных искусственных сооружений (200; 300) или связанных с ними зданий, причем указанная отопительная установка (10, 33) включает по меньшей мере один конденсатор (11), снабжаемый водой из отопительного контура, детандер (12), испаритель (13), снабжаемый водой из указанного отдельного резервуара (210; 220; 311; 312), и компрессорный агрегат (14).

5. Система по любому из пп.1, 3 или 4, отличающаяся тем, что один из указанных водных резервуаров, первый или второй (315; 120), расположен за пределами сооружений и представляет собой естественный или искусственный водоем вблизи от уровня земли.

6. Система по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что указанная разница уровней находится в диапазоне от 5 до 8 м, а система генерации гидроэлектроэнергии (532) расположена вблизи от указанного первого водного резервуара (511, 512).

7. Система по любому из пп.1-5, отличающаяся тем, что указанная разница уровней превышает 8 м, а система генерации гидроэлектроэнергии и насосная установка расположены над указанным вторым водным резервуаром (120; 220) на некотором удалении от него.

8. Система по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что схема управления (460) включает блок (461, 471) для присоединения насосной установки (431) к указанной распределительной сети (1) в периоды низкого потребления электроэнергии и блок (462, 471) для присоединения системы генерации гидроэлектроэнергии (432) к указанной распределительной сети (1) в периоды пикового потребления электроэнергии.

9. Система по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что схема управления (460) включает блок (461, 471) для присоединения насосной установки (431) к источнику экологически чистой природной энергии, такой как солнечная или ветровая энергия, в периоды низкого потребления электроэнергии, и блок (462, 471) для присоединения системы генерации гидроэлектроэнергии (432) к указанной распределительной сети (1) в периоды пикового потребления электроэнергии.

10. Система по любому из пп.1-9, отличающаяся тем, что указанный водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), включает несколько отдельных резервуаров (311, 312; 411-415; 511, 512), размещенных в отдельных зданиях (301, 303) и соединенных уравнительной трубой (341; 416-419; 513).

11. Система по любому из пп.1-10, отличающаяся тем, что указанный водный резервуар, встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), включает по меньшей мере один отдельный резервуар (668), также присоединенный к установке естественного охлаждения (667; 671-673), пожаротушения (681-684), спринклерной или очистительной установке (677, 678).

12. Система по любому из пп.1-11, отличающаяся тем, что с каждым отдельным резервуаром (110, 210, 311, 312) водного резервуара, встроенного подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), связан датчик уровня жидкости (180; 280A, 280B; 380A, 380B).

13. Система по любому из пп.1-12, отличающаяся тем, что указанный водный резервуар (110; 210;

311, 312; 411-415; 511, 512), встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), содержит один или более отдельных резервуаров, каждый из которых имеет под землей глубину, меньшую или равную 12 м, и надземную часть, высота которой меньше или равна 3 м.

14. Система по любому из пп.1-13, отличающаяся тем, что указанный водный резервуар (110; 210; 311, 312; 411-415; 511, 512), встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), включает глубокие фундаменты (661), соединенные с водостойкой облицовкой (665), разделяющей водонепроницаемый водный резервуар на ряд отсеков (668), закрытых полом (664).

15. Система по любому из пп.1-14, отличающаяся тем, что указанный водный резервуар (110; 210; 311, 312; 411-415; 511, 512), встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), имеет толщину боковых стенок в диапазоне от 20 до 45 см и толщину дна в диапазоне от 10 до 25 см.

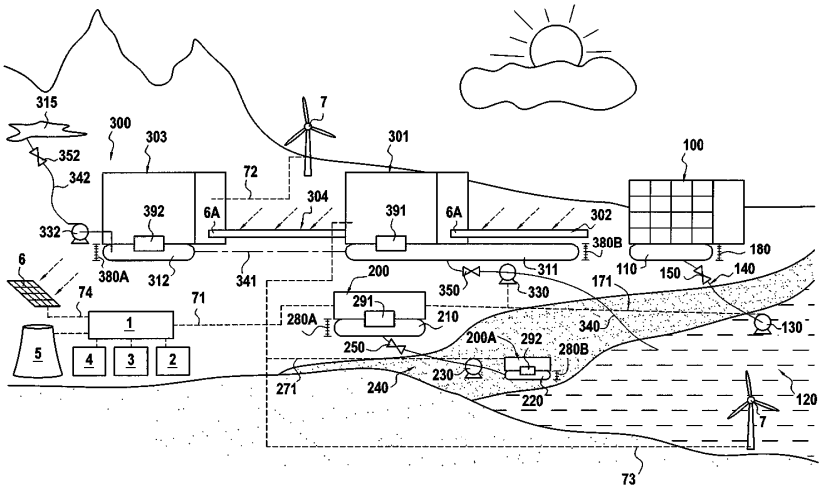
16. Способ выработки резервной электроэнергии с использованием системы по п.1, включающий, по меньшей мере, первый шаг использования первого источника электроэнергии для приведения в действие насосной установки (431; 531) в целях перекачки воды из второго водного резервуара (120; 220; 311, 312, 420; 520), расположенного на втором уровне, в первый водный резервуар (110; 210; 311, 312; 411-415; 511, 512), расположенный на первом уровне, более высоком, чем второй, с разницей между уровнями по меньшей мере 5 м и углом наклона по меньшей мере 3%, и второй шаг питания системы генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 332; 432; 532) из указанного первого водного резервуара (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512), отличающийся тем, что включает предварительный шаг обеспечения по меньшей мере одного из указанных первого и второго водных резервуаров (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512; 120; 220; 311, 312; 420; 520), состоящего по меньшей мере из одного отдельного резервуара, расположенного в подземной или полуподземной нижней части искусственных сооружений (100; 200; 300), которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, при этом указанный водный резервуар (110; 210; 220; 311, 312; 411-415; 511, 512), встроенный подземным или полуподземным способом в фундаменты искусственных сооружений (100; 200; 200A; 300), имеет суммарный объем в диапазоне от 1000 до 150000 $м^3$, а другой из указанных первого и второго водных резервуаров (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512; 120; 220; 311, 312; 420; 520) аналогичным образом расположен на уровне земли с использованием естественного уклона грунта, при этом система генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 432; 532) имеет номинальную мощность в диапазоне от 100 кВт до 4 МВт.

17. Способ по п.16, отличающийся тем, что указанный водный резервуар (110; 210; 311, 312; 411-415; 511, 512) содержит горячий источник (43) для установки кондиционирования воздуха (10, 46) или охлаждения или холодный источник (36) для установки отопления (10, 33) всех или некоторых из указанных искусственных сооружений (200; 300) или связанных с ними зданий, причем каждая из указанных установок кондиционирования воздуха (10, 46) или охлаждения и указанная установка отопления (10, 33) включает по меньшей мере один тепловой насос (10).

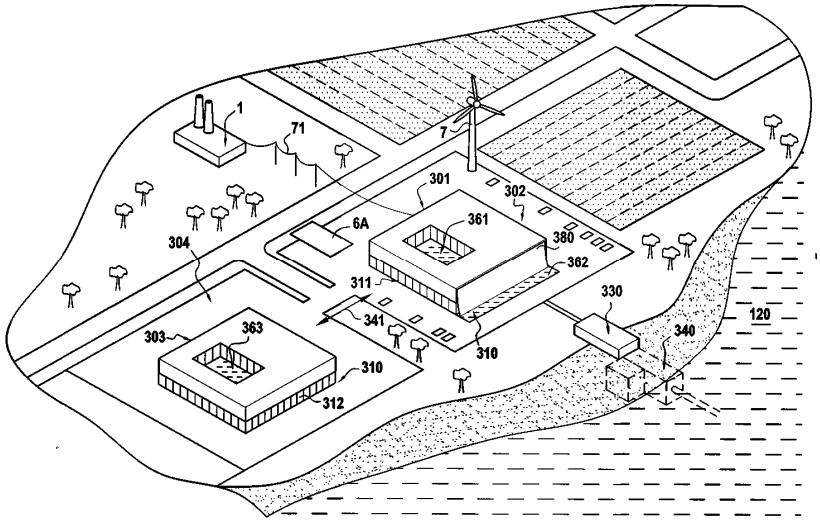
18. Способ по п.16 или 17, отличающийся тем, что откачивают воду из второго водного резервуара (120; 220; 311, 312; 420; 520), а систему генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 332; 432; 532) питают водой из первого водного резервуара (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512), по меньшей мере, частично через общую трубу (140; 240; 340; 441, 442; 541) для двустороннего потока жидкости.

19. Способ по п.16 или 17, отличающийся тем, что откачивают воду из указанного второго водного резервуара (120; 220; 311, 312; 420; 520) через первую соединительную трубу (140; 240; 340; 342; 441, 442; 541), оснащенную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном (150; 250; 350; 352; 451; 541), а систему генерации гидроэлектроэнергии (130; 230; 330; 332; 432; 532) питают водой из указанного первого водного резервуара (110; 210; 311, 312; 315; 411-415; 511, 512) через по меньшей мере одну вторую соединительную трубу (140; 240; 340; 441, 442; 541), оснащенную по меньшей мере одним дистанционно-управляемым клапаном (150; 250; 350; 352; 451; 541).

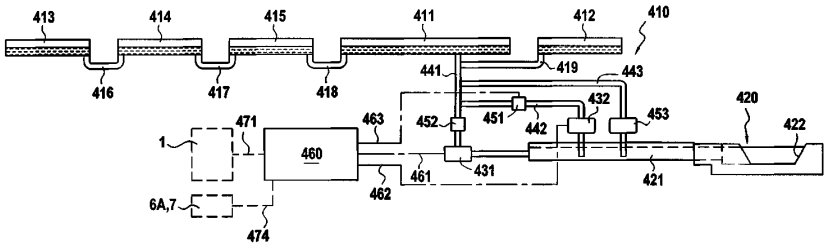
20. Способ по любому из пп.16-19, отличающийся тем, что, по меньшей мере, второй водный резервуар (220; 311, 312; 420; 520) расположен в подземной или полуподземной нижней части искусственных сооружений (200A, 301, 302, 303), которые необходимо выстроить для выполнения первичной функции независимо от вторичной функции выработки электроэнергии, а электроэнергию, вырабатываемую системой генерации гидроэлектроэнергии (230; 330; 332; 432; 532), связанной с указанным вторым водным резервуаром (220; 311, 312; 420; 520), по меньшей мере, частично используют для подачи электроэнергии локально к искусственным сооружениям (200A; 301, 302, 303), в нижней части которых расположен указанный второй водный резервуар (220; 311, 312; 420; 520), или к связанному с ними зданию (304), расположенному в непосредственной близости от этого искусственного сооружения (303).



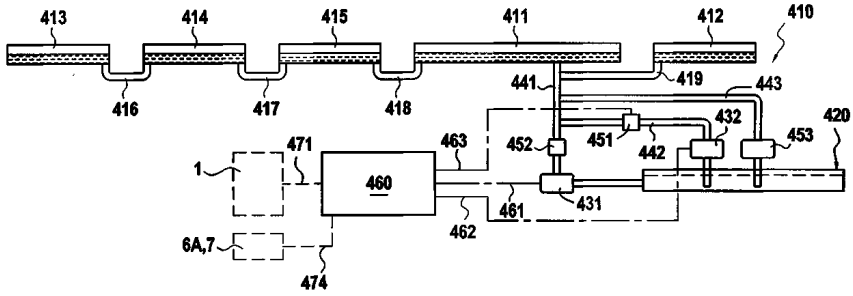
Фиг. 1



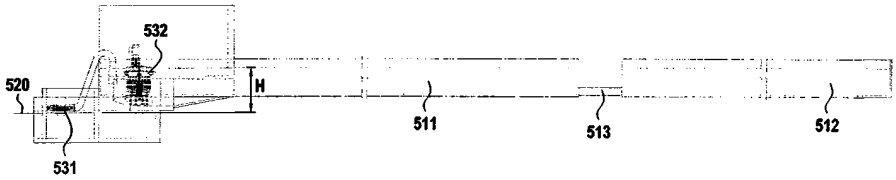
Фиг. 2



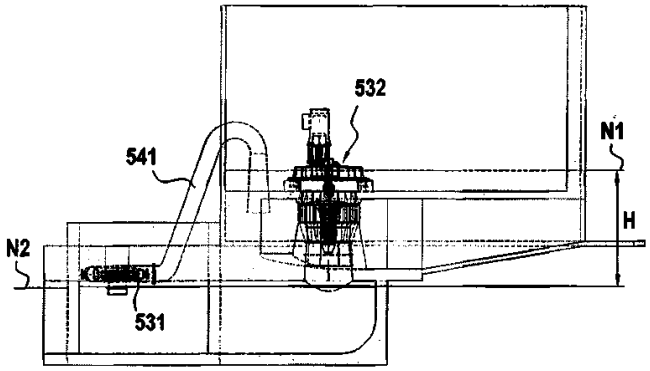
Фиг. 3



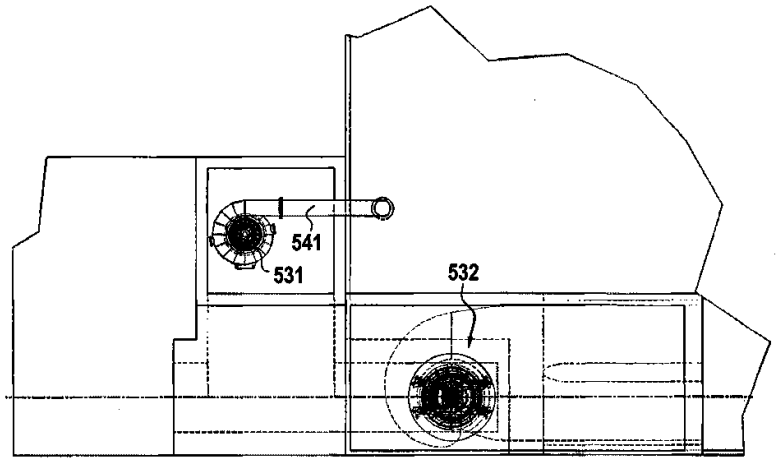
Фиг. 4



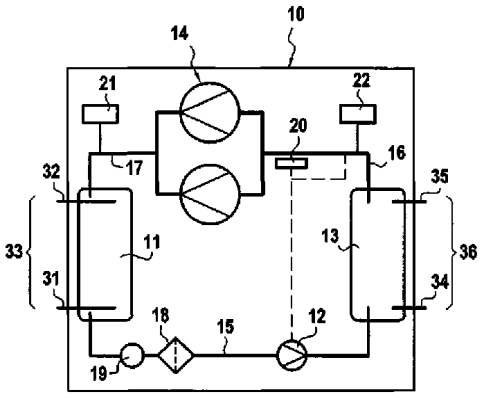
Фиг. 5



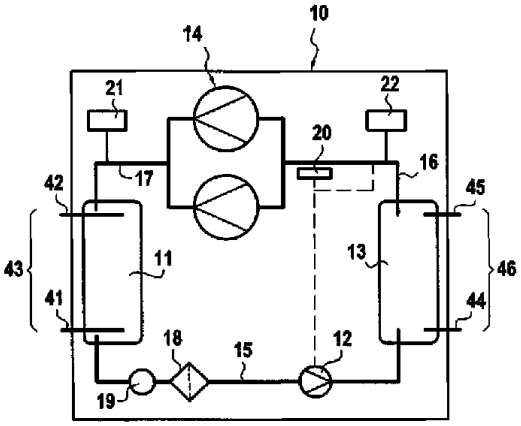
Фиг. 6



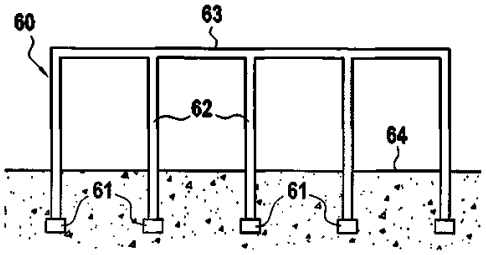
Фиг. 7



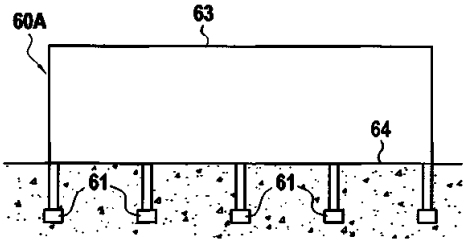
Фиг. 8



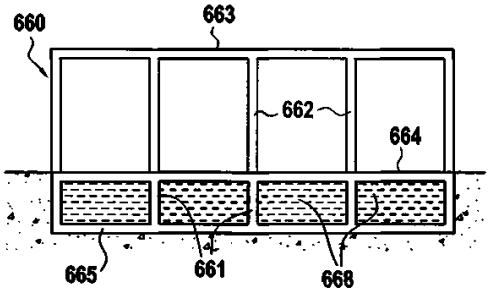
Фиг. 9



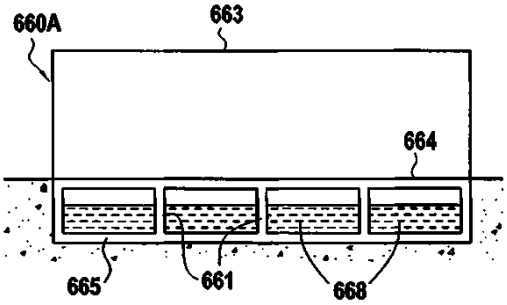
Фиг. 10A



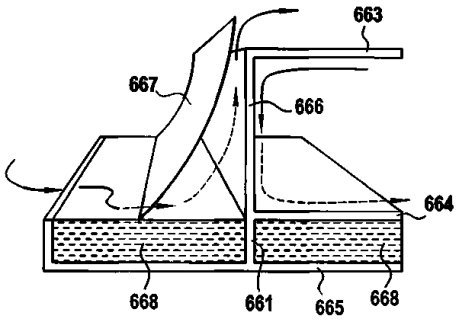
Фиг. 10B



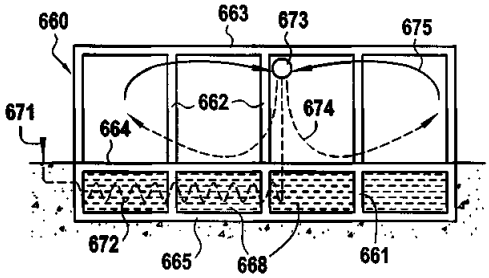
Фиг. 11A



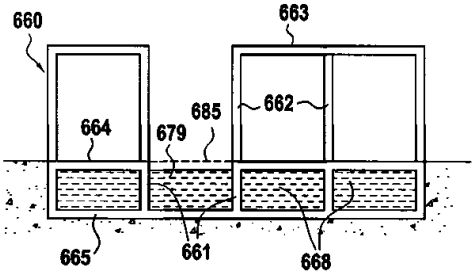
Фиг. 11B



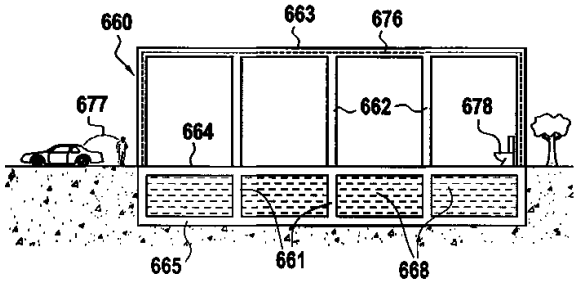
Фиг. 12



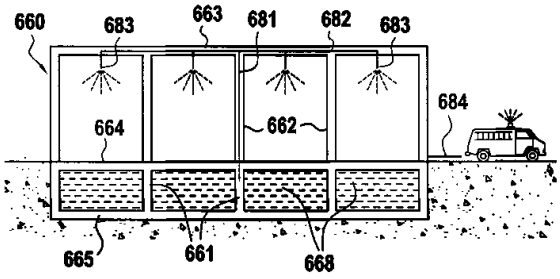
Фиг. 13



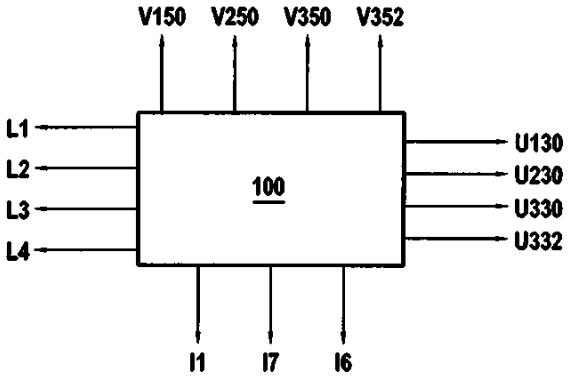
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2