



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G21D 1/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017117600, 22.05.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.05.2017

Дата регистрации:  
05.02.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.05.2017

(45) Опубликовано: 05.02.2018 Бюл. № 4

Адрес для переписки:  
140002, Московская обл., г. Люберцы, ул. Кирова,  
1, кв. 147, Ильюша А.В.

(72) Автор(ы):

Ильюша Анатолий Васильевич (RU),  
Амбарцумян Гарник Левонович (RU),  
Панков Дмитрий Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
"Научно-техническая и  
торгово-промышленная фирма  
"ТЕХНОПОДЗЕМЭНЕРГО" (ООО  
"Техноподземэнерго") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1828711 АЗ, 30.12.1994. RU  
2393562 С1, 27.06.2010. RU 2596842 С1,  
10.09.2016. US 20160141056 А1, 19.05.2016.

(54) ПОДЗЕМНАЯ АТОМНАЯ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩАЯ ТЕПЛОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ  
СТАНЦИЯ (ВАРИАНТЫ)

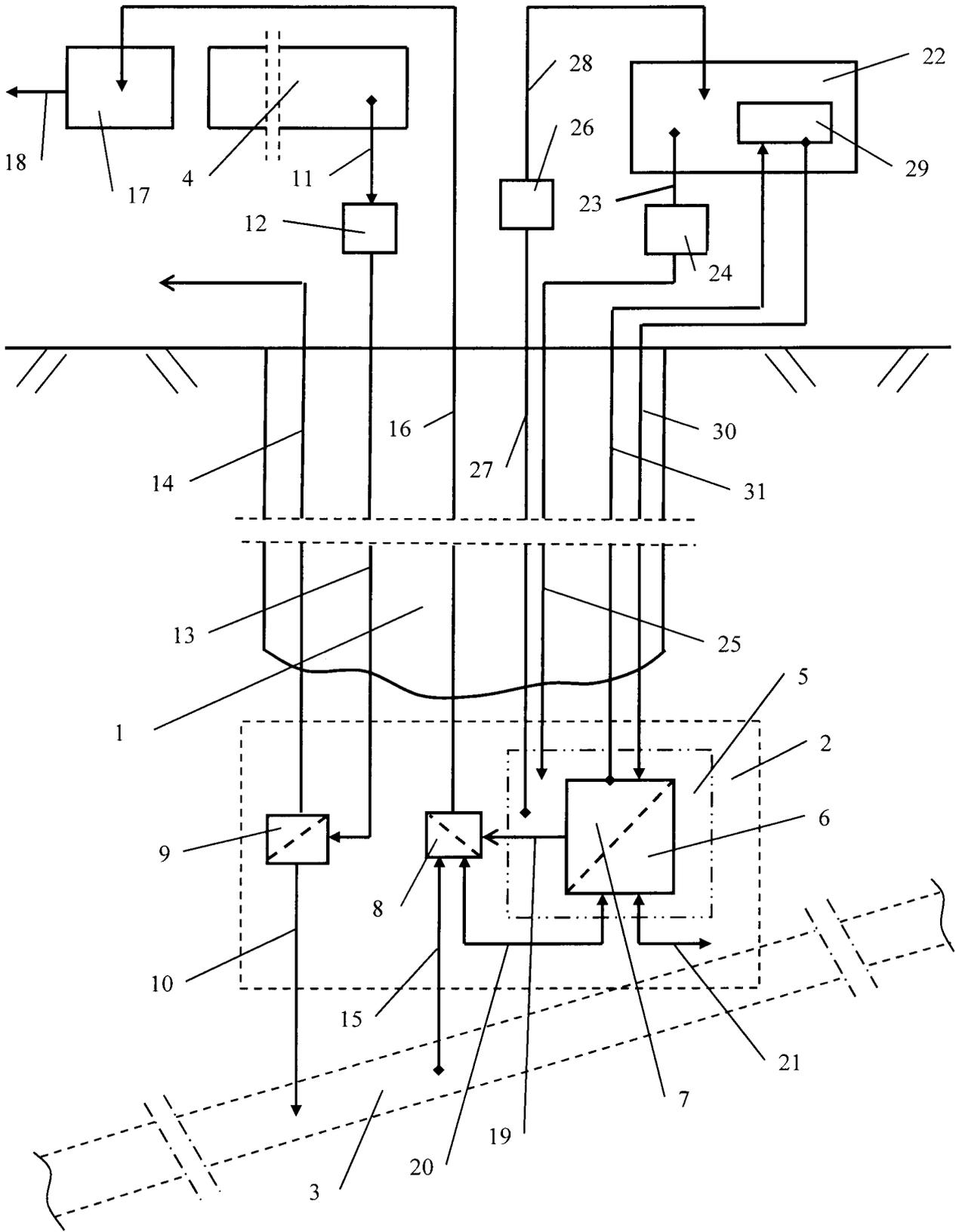
(57) Реферат:

Изобретение относится к топливно-энергетическому комплексу и может быть использовано для решения круга задач снабжения потребителей тепловой и электрической энергией с повышением эффективности, безопасности и экологической чистоты. Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция выполнена в виде поверхностного и подземного энерготехнологических комплексов, включающих главный и вспомогательный шахтные стволы, околоствольный двор с камерами для размещения в них блочно-модульного оборудования по меньшей мере одной атомной энергетической установки в виде атомного реактора и турбомашинного преобразователя энергии, подземные шахтные

установки и производственно-технологические блоки - потребители электрической и тепловой энергии. При этом станция снабжена пассивной и активной системами аварийного расхолаживания атомного реактора. Техническим результатом изобретений является исключение вредных выбросов в атмосферу и окружающую среду потребителями на дневной поверхности за счет экологически чистой энергии вырабатываемой атомными энергетическими установками, снижение потерь энергии и энергоемкости подземных горнодобывающих технологий и оборудования, упрощение подземного оборудования для производства этих работ. 2 з.п. ф-лы, 8 ил., 1 табл.

RU 2 643 668 C1

RU 2 643 668 C1



Фиг. 1 (1111.1)



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G21D 1/00* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017117600, 22.05.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**22.05.2017**

Registration date:  
**05.02.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **22.05.2017**

(45) Date of publication: **05.02.2018** Bull. № 4

Mail address:

**140002, Moskovskaya obl., g. Lyubertsy, ul. Kirova,  
1, kv. 147, Ilyusha A.V.**

(72) Inventor(s):

**Ilyusha Anatolij Vasilevich (RU),  
Ambartsumyan Garnik Levonovich (RU),  
Pankov Dmitrij Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu  
"Nauchno-tehnicheskaya i  
torgovo-promyshlennaya firma  
"TEKHNOPODZEMENERGO" (OOO  
"Tekhnopodzemenergo") (RU)**

(54) **UNDERGROUND NUCLEAR HYDRO-ACCUMULATING HEAT ELECTRIC STATION (VERSIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: power industry.

SUBSTANCE: underground nuclear hydro-accumulating thermal power station is in the form of surface and underground energy-processing complexes including main and auxiliary tunnel shafts, a near shaft yard with chambers for accommodating the block-module equipment of at least one nuclear power plant in the form of an atomic reactor and a turbo-machine energy converter underground mine plants and production-technological units-consumers of electric and heat energy. At that, the station is equipped with

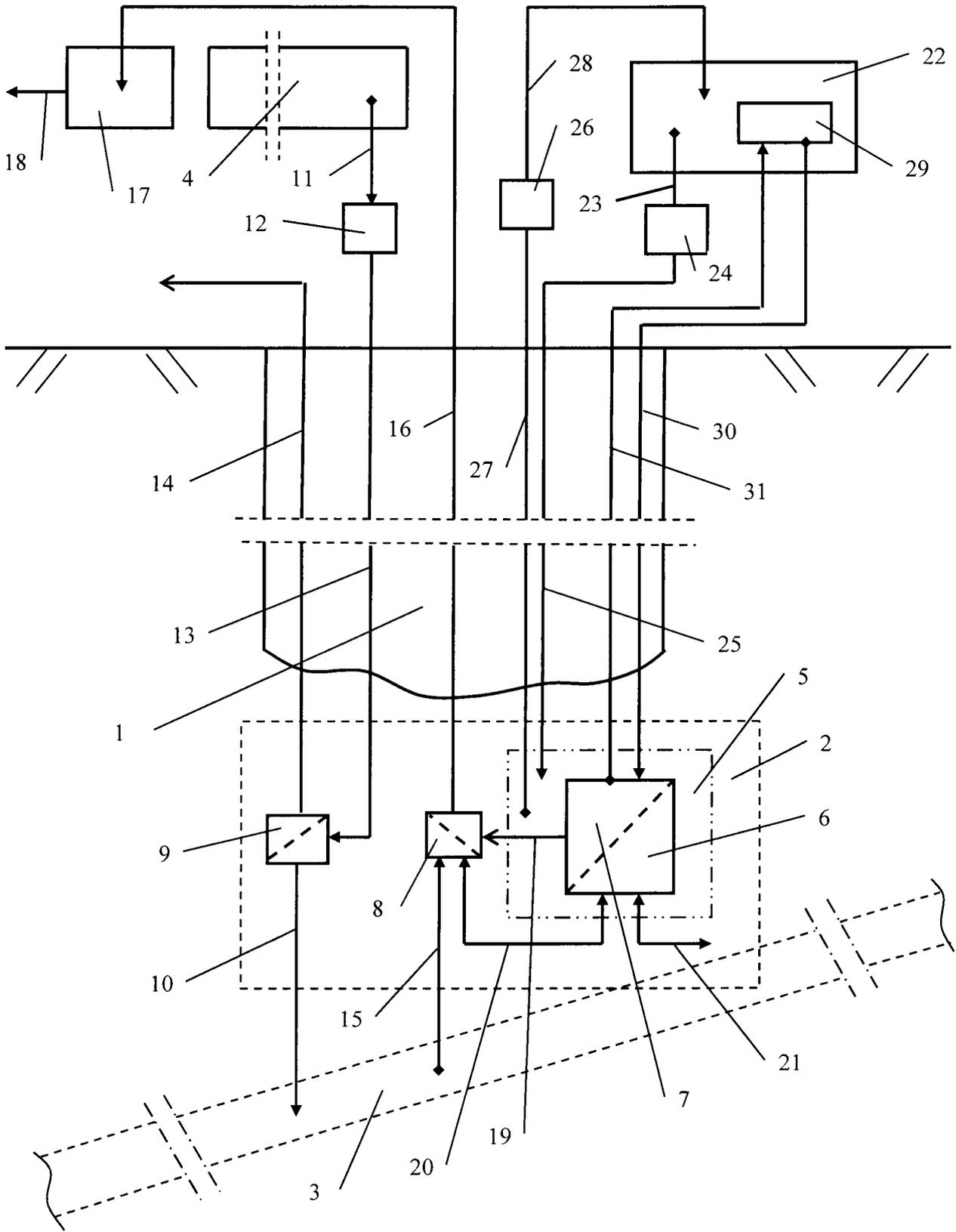
passive and active systems for emergency cooling of the nuclear reactor.

EFFECT: exclude harmful emissions into the atmosphere and the surrounding consumers on the day surface due to the clean energy produced by nuclear power plants, reduction of energy losses and energy intensity underground mining technology and equipment, simplification of underground equipment for execution of these works.

3 cl, 8 dwg, 1 tbl

**RU 2 643 668 C1**

**RU 2 643 668 C1**



Фиг. 1 (1111.1)

Группа изобретений относится к топливно-энергетическому комплексу и может быть использована для решения широкого круга задач снабжения потребителей тепловой и электрической энергией с одновременным повышением эффективности, безопасности и экологической чистоты в различных сферах промышленного производства и обеспечения жизнедеятельности, в частности, при освоении и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемой и нетрадиционной нефти, на поздней стадии эксплуатации нефтяных месторождений с традиционными коллекторами, для рационального природопользования водными ресурсами и т.д.

Известна подземная атомная электрическая станция [SU 1828710, 1994], включающая ядерный реактор с парогенераторами, снабженный гидрогенератором и установленный под землей на заданном нижнем геодезическом уровне. Водяной пар с парогенераторов подается по термостатированному паропроводу на паровую турбину с электрическим генератором, которая установлена на существенно более высоком геодезическом уровне по сравнению с нижним геодезическим уровнем, а отработавшие вода и сконденсированный пар после паровой турбины по водоводу-трубопроводу подаются на гидравлическую турбину гидрогенератора и далее снова на парогенераторы ядерного реактора.

Недостатком этой подземной АЭС является то, что при достаточно большой протяженности паропровода, соединяющего парогенераторы атомного реактора и паровой турбины, в паропроводе имеют место значительные потери тепловой энергии, а станция в целом не имеет эффективной системы аварийного расхолаживания атомного реактора, что снижает надежность и безопасность ее эксплуатации.

Известна подземная атомная теплоэлектростанция вертикального шахтного исполнения (ПАСШИ) [RU 2393562, 2009], содержащая комплекс оборудования с модулем атомного реактора, который расположен в нижней части шахты. Весь комплекс оборудования подземной атомной теплоэлектростанции выполнен в виде модулей и размещен над модулем атомного реактора по высоте шахты. Модуль атомного реактора изолирован от остальных модулей комплекса оборудования отсеком с устройством аварийной изоляции. Верхняя часть шахты снабжена устройством для рассредоточенного отвода охлаждающего теплоносителя. Недостатком известной подземной атомной теплоэлектростанции является то, что она не обеспечивает снабжение тепловой энергией внешних по отношению к самой атомной станции (по отношению к самой ПАСШИ) потребителей, а ее система аварийного расхолаживания имеет низкую эффективность и эксплуатационную безопасность. Кроме того, понятие шахтного исполнения известной подземной АЭС относится (подразумевает или касается) только к модулям самой станции с фактически сосредоточенным в одном месте (небольшим разносом по высоте) вертикального ствола, который, в свою очередь, хотя и является важнейшим, но далеко не единственным подземным объектом шахты, как особого производственно-технологического объекта во всем горном деле. Следствием этого является и достаточно узкая область эффективного и безопасного применения станции.

Известен способ строительства атомных электрических станций [RU 2596842, 2015] с подземным размещением ядерного реактора в изолированной железобетонной вертикальной эксплуатационной шахте с предохранительной камерой. Машинное отделение располагают на поверхности земли, исключая размещение над эксплуатационной шахтой. Внутри шахты устанавливают перегрузочный кран. Ствол шахты закрывают предохранительной железобетонной плитой с выходящей газоотводной трубой с фильтром и блокирующим устройством, обеспечивающей выход скопившихся газов внутри шахты. Прокладывают коммуникационный ствол и

коммуникационный изолированный коридор для подвода технологических сетей, соединяющих ядерный реактор и машинное отделение АЭС, закрывающийся предохранительной плитой.

К числу недостатков этого известного способа строительства подземных атомных станций, наряду со всеми перечисленными выше недостатками, относится также то, что размещение модулей и блоков оборудования АЭС непосредственно в вертикальных стволах шахт, как объектов подземного строительства и горного производства, строго говоря (и как показывает весь мировой опыт горного дела), является вообще не допустимым по многим эксплуатационным соображениям.

Известна небольшая атомная электрическая станция на быстрых нейтронах с длительным интервалом замены топлива, включающая бассейн с реактором на быстрых нейтронах, имеющим активную зону с топливной загрузкой из металлического или металлокерамического топлива, а также циркуляционный контур жидкого натрия, используемого в качестве теплопередающей среды [RU 2596160, 2011]. Известная атомная электрическая станция не предполагает шахтного исполнения в комбинации с комплексом поверхностных и подземных потребителей электрической и тепловой энергией и не имеет резервированных систем активного и пассивного аварийного расхолаживания.

Известна реакторная установка с реактором на быстрых нейтронах и свинцовым теплоносителем [RU 2545098, 2014], включающая шахту реактора с верхним перекрытием, размещенный в шахте реактор с активной зоной, парогенераторы, циркуляционные насосы и трубопроводы, а также системы исполнительных механизмов и устройств для обеспечения пуска, эксплуатации и останова реакторной установки.

Недостатком известной реакторной установки бассейнового типа с интегрально-петлевой компоновкой основного оборудования являются большие габариты, что затрудняет интеграцию этого типа атомных энергетических установок в компоновку и подземное пространство шахт, как особой структуры (объекта) горного-шахтного производства.

Известна ядерная энергетическая установка [RU 2348994, 2007], включающая гелиевый реактор на быстрых нейтронах и парогенераторы, систему очистки и хранения гелия, реактор, выполненный в виде корпуса с активной зоной из тепловыделяющих сборок, внутри которых установлены направляющие трубы системы управления и защиты, а активная зона и парогенераторы включены в замкнутый контур циркуляции гелия, образующий холодную и горячую ветви, и которая дополнительно содержит, по меньшей мере, одну емкость, заполненную водой или водным раствором борной кислоты и подсоединенную посредством водоподводящего тракта к контуру циркуляции гелия, а также технологический конденсатор с входным и выходным трубопроводами, первый из которых соединен с горячей ветвью контура циркуляции гелия, а второй снабжен конденсатным насосом и соединен с баком грязного конденсата. При этом используются два теплоносителя: гелий - в режиме работы установки на мощности и вода - при нормальном и аварийном останове установки. В аварийном режиме работы установки водный раствор борной кислоты поступает в тепловыделяющие сборки активной зоны реактора и испаряется. Вытеснение гелия и водяного пара из контура циркуляции производится в технологический конденсатор и далее в бак грязного конденсата, что позволяет обеспечить эффективное охлаждение активной зоны реактора. Недостатком известной ядерной энергетической установки является то, что в ней отсутствуют средства энергонезависимого активного и пассивного аварийного расхолаживания установки, интегрированные в структуру обслуживаемых потребителей

вырабатываемой реактором энергии.

Известны способ обеспечения электрической энергией в закрываемых льдами акваториях шельфа и подводная атомная станция для его осуществления [RU 2399104, 2008]. Способ обеспечения электрической энергией потребителей заключается в доставке в район потребления энергии плавучей атомной электрической станции и соединении ее кабелем с потребителем, а подводная атомная электростанция содержит подводные атомные энергетические модули, которые состыкованы с притопленной заякоренной платформой, содержащей посадочные места для энергетических модулей, направляющие кранцы и ловильно-стыковочные устройства. Известные способ и подводная атомная электростанция имеют ограниченные функциональные возможности и, как следствие, ограниченную, указанную в названии, область применения.

Известна группа изобретений, относящаяся к способам и устройствам для нагрева углеводородов в подземном коллекторе [RU 2571120, 2011] и включающая способ нагревания подземной зоны путем создания с дневной поверхности в коллекторе (пласте) углеводородов полости для размещения подземного нагревательного устройства и самого нагревательного устройства в виде корпуса трубопровода сгорания и расположенных в нем трубопровода для подачи горючего топлива и трубопровода подачи кислорода. Недостатком известных способа и устройства подземного нагревания является низкая эффективность, ограниченные возможности нагревания и сложность крупномасштабного использования этих решений в особенности при глубоком залегании продуктивных пластов-коллекторов углеводородного сырья.

Известна космическая ядерная энергетическая установка [RU 2562237, 2014], содержащая ядерный реактор, в обечайке корпуса которого с кольцевым зазором относительно корпуса реактора установлена активная зона, под которой находится раздающая камера теплоносителя, а также контур охлаждения включает: турбомашинный преобразователь энергии, холодильник-излучатель, компрессор и циркуляционный трубопровод, соединяющий оборудование контура между собой и реактором через патрубки подвода и отвода теплоносителя в нижней части корпуса реактора.

К недостаткам известной космической ядерной энергетической установки относится отсутствие в ней системы активного и пассивного аварийного расхолаживания, что является необходимым при использовании ее в обслуживаемых и длительно эксплуатирующихся комплексах подземных и поверхностных потребителей электрической и тепловой энергии, а также других продуктов, вырабатываемых атомной энергетической установкой.

Известна система аварийного расхолаживания ядерных энергетических реакторов без потребления энергии дополнительных внешних источников питания [RU 109898, 2011], содержащая паровую и водяную ветки, теплообменник конденсатор-испаритель, прямоточный парогенератор, емкость запаса воды и воздушный теплообменник конденсатор, подключенный параллельно паровой ветке системы, имеющий теплопередающую поверхность, обеспечивающую отвод остаточных тепловыделений после исчерпания запасов воды на испарение, что позволяет существенно уменьшить размеры воздушного теплообменника и объем запасов воды, обеспечить устойчивый отвод тепла в пассивном режиме от прямоточного парогенератора неограниченное время в широком диапазоне температур первого контура и обеспечить теплоотвод в случае отказа воздушного теплообменника конденсатора.

Недостатком известной системы аварийного расхолаживания является то, что ее компоненты не предполагают потенциально большой совокупности условий применения

и функциональных требований (не интегрированы в них), предъявляемых к перспективным атомным энергетическим установкам, обеспечивающим работу технологических комплексов и производств в различных сферах промышленности и жизнедеятельности при повышенных требованиях к эффективности, безопасности и экологической чистоте производства.

Наиболее близким решением, принятым в качестве прототипа для настоящей группы изобретений, является гидроаккумулирующая электрическая станция [RU 1828711, 1994], выполненная в виде шахты с одним или несколькими стволами, в которой базовая (питающая) станция содержит атомную энергетическую установку, размещенную вместе с гидравлическими насосами и электрогенераторами под землей на нижнем уровне. Нижний гидроаккумулирующий резервуар выполнен в виде сети околоствольных горных выработок и соединен с верхним резервуаром стволовыми водопроводами, а электродвигатели насосов подключены к турбоэлектрическому генератору реакторной установки.

Однако к числу недостатков известного и принятого в качестве прототипа решения является ограниченность его функциональных свойств и возможностей, заключающихся только в обеспечении производства (выработки) электрической энергии гидрогенераторами, установленными в подземных - шахтных условиях в часы пикового потребления электроэнергии путем сброса (подачи) воды из верхнего (поверхностного) гидроаккумулирующего бассейна, притом что выдаваемая подземными гидрогенераторами электрическая мощность является незначительной и не может быть существенно увеличена из-за ограниченности габаритных размеров подземного оборудования, используемого в подземных (шахтных) условиях, ограничений пропускной способности (расходов воды) в стволовых трубопроводных коммуникациях, глубины шахтных стволов и некоторых других ограничений подобного плана.

Целью изобретений является повышение экономической эффективности, экологической чистоты и безопасности работ по теплоэнергоснабжению широкой номенклатуры потребителей электрической и тепловой энергией, а также другими продуктами и ресурсами обеспечения промышленной и хозяйственной деятельности, как на дневной поверхности, так и при освоении и эксплуатации месторождений полезных ископаемых в недрах земли.

Техническим результатом изобретений является исключение вредных выбросов в атмосферу и окружающую среду потребителями на дневной поверхности за счет экологически чистой энергии вырабатываемой безопасными атомными энергетическими установками, снижение потерь энергии и энергоемкости подземных горнодобывающих технологий, упрощение подземного оборудования для производства этих работ, возможность более полного извлечения и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых при одновременном снижении опасности и возможностей неконтролируемых и вредных воздействий на осваиваемое подземное пространство.

Поставленная цель достигается тем, что подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектростанция, включающая главный и вспомогательный шахтные стволы, околоствольный двор с камерами для размещения в них блочно-модульного оборудования атомной энергетической установки в виде малогабаритного высокотемпературного атомного реактора и турбомашинного преобразователя энергии, подземные шахтные установки и производственно-технологические блоки - потребители электрической и тепловой энергии, сеть подземных горно-подготовительных выработок, используемых для обеспечения технологических процессов и выполняемых производственных функций, проложенные по главному шахтному стволу электрические

силовые и информационные коммуникации-кабели, водосливные и водонапорные трубопроводы, термоизолированные трубопроводы для выдачи тепловой энергии, которые в своей совокупности адекватным образом соединяют объекты подземной части гидроаккумулирующей теплоэлектрической станции с ее поверхностными объектами и потребителями, образующими ее поверхностный технологический комплекс, в базовом - максимальном варианте реализации станция снабжена пассивной системой аварийного расхолаживания атомного реактора и энергонезависимой активной системой аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки, одновременно содержит поверхностный - верхний гидроаккумулирующий бассейн, поверхностный резервуар - охладитель системы аварийного расхолаживания атомной энергетической установки, поверхностный накопительный резервуар пресной воды с выходным трубопроводом для подачи ее потребителям, входным теплообменником циркуляционного контура пассивной системы аварийного расхолаживания является корпус атомного реактора, а выходной теплообменник пассивного циркуляционного контура размещен в охлаждающей среде поверхностного резервуара - охладителя, система аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки имеет активный циркуляционный контур, образуемый частью свободного объема этой подземной камеры и всего объема охлаждающей воды поверхностного резервуара - охладителя, активная циркуляция охлаждающей воды в этом контуре при этом осуществляется по стволовым трубопроводам с помощью штанговой поршневой насосной установки, привод - качалка которой размещен на дневной поверхности и имеет независимый от теплоэлектрической станции источник энергии.

Группа изобретений (совокупность вариантов осуществления) изображена и поясняется иллюстрациями, представленными на фиг. 1-8.

На фиг. 1 представлен базовый - максимальный вариант реализации (осуществления) подземной атомной гидроаккумулирующей теплоэлектрической станции (ПАГАТЭС), где показаны: 1 - главный шахтный ствол (вспомогательный - вентиляционный ствол шахты на схеме условно не показан); 2 - околоствольный двор; 3 - подземный (нижний) гидроаккумулирующий бассейн; 4 - поверхностный (верхний) гидроаккумулирующий бассейн; 5 - подземная камера атомной энергетической установки; 6 - высокотемпературный атомный реактор; 7 - турбомашинный блок преобразования энергии (БПАЭ); 8 - опреснительная (очистная) установка с высоконапорным шахтным насосом; 9 - гидрогенератор (гидравлическая турбина с электрическим генератором); 10 - подземный сливной водовод; 11 - верхний сливной водовод; 12 - управляемый затвор (задвижка); 13 - стволовой сливной трубопровод; 14 - стволовой электрический кабель; 15 - входной (всасывающий) трубопровод; 16 - стволовой напорный трубопровод; 17 - поверхностный накопительный резервуар пресной (чистой) воды; 18 - трубопровод подачи чистой воды потребителям; 19 - электрический кабель; 20 - контур подачи тепловой энергии на опреснение; 21 - контур подачи тепловой энергии подземным потребителям; 22 - поверхностный резервуар (бассейн) - охладитель системы аварийного расхолаживания атомной подземной энергетической установки; 23 - сливной водовод; 24 - задвижка; 25 - сливной водовод; 26 - привод (качалка) штанговой насосной установки; 27 - стволовая колонна труб с подвешенным к ним штанговым поршневым насосом; 28 - выкидной трубопровод; 29 - теплообменник; 30 - сливной стволовой трубопровод; 31 - стволовой трубопровод.

На фиг. 2 представлена подземная часть базового варианта предлагаемой ПАГАТЭС, где позициями 1-31 взаимно однозначны и соответственно изображены те же объекты что и на фиг. 1. Дополнительно здесь также изображены: 32 - продуктивный

нефтедержащий пласт высоковязкой нефти; 33 - массив горных пород, залегающих непосредственно над продуктивным пластом; 34<sub>1</sub> - подземная нарезная (участковая) горно-подготовительная выработка; 34<sub>2</sub> - термоизолированный распределительный трубопровод подачи тепловой энергии; 35<sub>1</sub>-35<sub>н</sub> - нагнетательные скважины для подачи в продуктивный пласт тепловой энергии водяным паром; 36<sub>1</sub>-36<sub>н</sub> - парогенераторы на устьях нагнетательных скважин; 37 - вертикальный ствол эксплуатационной (добычной) нефтяной скважины; 38 - горизонтальный участок ствола нефтяной скважины; 39 - привод (качалка) штанговой насосной установки; 40 - выкидной нефтяной трубопровод.

На фиг. 3 - 5 - взаимно однозначны и соответственно изображены и обозначены теми же цифрами все те же объекты, блоки и устройства, что и на фиг. 1, представляющей максимальный (базовый) вариант предлагаемой подземной гтдроаккумулирующей теплоэлектрической станции (ПАГАТЭС).

На фиг. 6 изображен вариант осуществления, названный условно полуподземной ПАГАТЭС, в котором атомная энергетическая установка размещается как и обычно на дневной поверхности или с тем или иным небольшим заглублением относительно дневной поверхности, но потребитель (потребители) тепловой энергии находится под землей (являются подземными) и притом на значительной глубине, которая вместе с другими аспектами функционирования этого потребителя диктует необходимость горно-шахтного осуществления такого производственно-технологического комплекса в целом. Здесь изображены и обозначены теми же цифровыми позициями соответственно все те же объекты и устройства, что и на предыдущих фигурах, иллюстрирующих другие варианты реализации предлагаемой ПАГАТЭС. Высокотемпературный атомный реактор 6 и турбомашинный преобразователь энергии 7 атомной энергетической установки размещены традиционным образом. Дополнительно здесь показаны: 34<sub>1,1</sub>-34<sub>1,2</sub> - подземные нарезные горноподготовительные выработки, оконтуривающие с двух сторон участок (добычной блок) выемочного пласта 32; 41<sub>1</sub> - подающе-распределительный трубопровод текучей теплоносущей среды; 41<sub>2</sub> - сборный трубопровод текучей теплоносущей среды; 41<sub>3</sub> - стволовой обратный трубопровод циркуляционного контура теплоносущей текучей среды; 42<sub>1</sub>-42<sub>н</sub> - нагревательно-стимулирующие скважины циркуляционного контура тепловой энергии.

На фиг. 7 представлен вариант реализации предлагаемой ПАГАТЭС, в котором основные потребители электрической и тепловой энергии, вырабатываемой подземной атомной энергетической установкой, размещены в отличие от последней не под землей, а на дневной поверхности. Такая ситуация имеет место, например, в том случае, если основным производственно-функциональным назначением реализуемого варианта подземной атомной теплоэлектрической станции является работа в режиме опреснительного гидроаккумулирующего комплекса. Позициями 1-31 здесь, как и на фиг. 1, изображены и соответственно также обозначены те же объекты и устройства. Отличие здесь только в том, что на фиг. 7 электрические питающие линии (кабели) от турбомашинного блока преобразования 7 ко всем потребителям электрической энергии условно не показаны, а позицией 20, как и ранее, обозначен термоизолированный солевой циркуляционный контур для передачи тепловой энергии от реактора 6 на дневную поверхность. Дополнительно на фиг. 7 также показаны по меньшей мере один парогенератор с дистилляционной опреснительной установкой 43, трубопровод 44 и водяной насос 45.

На фиг. 8 представлен еще один вариант реализации предлагаемой ПАГАТЭС. Здесь

изображены и обозначены теми же цифровыми позициями все те же объекты, что и на фиг. 7. Отличие здесь состоит лишь в том (как это видно из самой фиг. 8), что здесь под землей размещен только атомный энергетический реактор 6, а турбомашинный преобразователь энергии 7, выполненный, например, в виде паровой турбины с электрическим генератором, расположен на дневной поверхности.

Важнейшим аспектом в совокупности предлагаемых вариантов осуществления подземной атомной гидроаккумулирующей теплоэлектрической станции является комбинация основных элементов (блоков) атомной энергетической установки (АЭС), типов (видов) и производственно-технических характеристик внешних потребителей электрической и тепловой энергии, вырабатываемой хотя бы одной атомной энергетической установкой станции, взаимосвязей и мест расположения относительно друг друга указанных выше объектов на дневной поверхности и в подземном пространстве теплоэлектрической станции в целом. Исходя из этого, ниже в таблице представлена исчерпывающая совокупность, условно названная «полным множеством» вариантов предлагаемой ПАГАТЭС, устанавливающих (предопределяющих) конкретные варианты ее осуществления и полноту (степень) правовой - патентной защиты изобретения. Как видно из приведенной таблицы, в полном (или потенциальном) множестве вариантов предлагаемой ПАГАТЭС как бы естественным образом выделяются так называемые традиционные АЭС, полуподземные АЭС и подземные ПАГАТЭС.

25

30

35

40

45

Таблица - «Полное множество» вариантов ПАГАТЭС

Конфигурация (структура) ПАГАТЭС (размещение основных элементов – блоков и объектов):  На поверхности (Пов - 0),  Подземное (Подз - 1)		Атомная энергоустановка		Потребители электроэнергии	Потребители тепловой энергии	Условное обозначение типа (варианта) ПАГАТЭС в виде двоичного кода
		Атомный реактор - АР (ВТГР)	Блок преобразования энергии - БПАЭ			
№ п.п	Название варианта (тип станции)	Пространственное расположение				
1	Традиционная АЭС	Пов	Пов	Пов	Пов	0000
2	Полуподземная АЭС	Пов	Пов	Пов	Подз	0001
3	Традиционная АЭС	Пов	Пов	Подз	Пов	0010
4	Полуподземная АЭС	Пов	Пов	Подз	Подз	0011
5	Полуподземная АЭС	Пов	Подз	Пов	Пов	0100
6	Полуподземная АЭС	Пов	Подз	Пов	Подз	0101
7	Полуподземная АЭС	Пов	Подз	Подз	Пов	0110
8	Полуподземная АЭС	Пов	Подз	Подз	Подз	0111
9	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Пов	Пов	Пов	1000
10	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Пов	Пов	Подз	1001
11	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Пов	Подз	Пов	1010
12	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Пов	Подз	Подз	1011
13	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Подз	Пов	Пов	1100
14	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Подз	Пов	Подз	1101
15	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Подз	Подз	Пов	1110
16	Подземная ПАГАТЭС	Подз	Подз	Подз	Подз	1111

При этом, если все оборудование питающей атомной энергетической установки размещено на дневной поверхности (или даже при незначительном с позиций современного шахтного строительства, т.е. от нескольких сотен метров, заглублинии), а также при поверхностном расположении любых потребителей тепловой энергии, представленных строками 1 и 3 указанной таблицы, условно обозначенных двоичными кодами «0000» и «0010», то соответствующие им варианты предлагаемой ПАГАТЭС, вполне естественно названы и отнесены к традиционным АЭС. Если же блок преобразования атомной энергии или потребители тепловой энергии находятся (размещаются по тем или иным соображениям) достаточно глубоко под землей, т.е. являются по своей сути подземными, как это представлено строками 2, 4, 5, 6 и 7 таблицы полного множества и обозначено соответственно двоичными кодами «0001», «0011»,

«0100», «0101» и «0111», то такая совокупность вариантов ПАГАТЭС уже требует использования для своей реализации соответствующих отличительных технико-технологических решений, но названа она условно полуподземными ПАГАТЭС, поскольку размещение атомного реактора вблизи дневной поверхности (относительно не глубоко в подземном пространстве) в ряде случаев может быть более привлекательным и менее связанным с позиций ограничений, имеющих место при глубоком шахтном заложении, притом что подача тепловой энергии достаточно высокого потенциала (температуры) подземным потребителям этой энергии может диктоваться технологическими особенностями их работы, а подземное размещение при этом турбомашинного преобразователя атомной энергии (или одного из них в составе атомной энергоустановки станции) может иметь те или иные достоинства и преимущества.

Если же по тем или иным соображениям реактор атомной энергетической установки размещается в подземных условиях и должен быть в реально шахтном (в упомянутом выше смысле) исполнении, то совокупность соответствующих вариантов предлагаемой теплоэлектрической станции уже однозначно является и отнесена к типу подземных ПАГАТЭС. Как видно из таблицы полного множества вариантов, это варианты, представленные строками 10-16, обозначаемые соответственно двоичными кодами «1000», «1001», «1010», «1010», «1011», «1100», «1101», «1110» и «1111».

Дальнейшая детализация (классификация) полного множества вариантов предлагаемой станции при необходимости может осуществляться и по другим более частным аспектам и техническим особенностям осуществления предлагаемого изобретения, таким, например, как вырабатываемая ПАГАТЭС конечная продукция (только электрическая энергия за счет использования эффекта гидроаккумулирования, опреснение и поставка воды, комбинация этих продуктов и т.д.), тип используемых атомных энергетических реакторов и их топлива, технологии, тип и основное технологическое оборудование потребителей тепловой энергии и т.д.

Рассмотрим исполнение (реализацию) и работу как бы базового - максимального варианта предлагаемой подземной ПАГАТЭС с двоичным кодом «1111.1», изображенным на фиг. 1. В требуемом месте (регионе) строительства и работы ПАГАТЭС сооружается главный шахтный ствол 1 и вспомогательный вентиляционный ствол (условно не показан), а также околоствольный двор 2, из которого производятся проходка и обустройство гидроаккумулирующей подземной горной выработки - нижнего гидроаккумулирующего бассейна 3. На дневной поверхности строится верхний гидроаккумулирующий бассейн 4, в качестве которого может также использоваться тот или иной существующий и подходящий для этой цели существующий водоем, который дообустраивается при необходимости соответствующим образом. Под землей в районе околоствольного двора 2 строится также подземная камера 5 для размещения в ней хотя бы одной атомной энергетической установки, имеющей атомный энергетический реактор 6 того или иного типа с турбомашинным блоком преобразования атомной энергии 6 (БПАЭ), выполненным, например, в виде традиционной паротурбинной электрической станции (ПТЭС), работающей по тому или иному циклу преобразования энергии. Атомная энергетическая установка при этом снабжается всеми необходимыми штатными устройствами и системами обеспечения ее эксплуатации. Кроме того, в околоствольном дворе 6 размещается также хотя бы одна очистительная установка с высоконапорным шахтным насосом 8 и гидрогенератор 9 со сливным подземным водоводом 10, соединяющим гидравлическую турбину гидрогенератора с подземным гидроаккумулирующим бассейном 3. Поверхностный

гидроаккумулирующий бассейн 4 через верхний сливной водовод 11, управляемую задвижку (затвор) 12 и стволочной сливной трубопровод 14 соединен со входом гидравлической турбины гидрогенератора 9, электрический генератор которого при своей работе по кабелю 14 подает электрическую энергию потребителям. Подземная  
5 очистная установка 8 входным (всасывающим) трубопроводом 15 соединена с подземным гидроаккумулирующим бассейном 3 и своим шахтным высоконапорным насосом через стволочной напорный трубопровод 16 соединена с накопительным резервуаром чистой (пресной) воды 17 с трубопроводом 18 для подачи воды потребителям на дневной поверхности. При этом опреснительная (очистная) установка  
10 8 связана электрическим кабелем 19 и циркуляционным контуром 20 соответственно с блоком преобразования энергии 7 и реактором 6, атомной энергетической установки, имеющей при необходимости также и другой циркуляционный контур 21 для подачи тепловой энергии другим подземным потребителям от атомного реактора. Предлагаемая ПАГАТЭС, наряду со всеми штатными системами управления и защиты атомного  
15 реактора (как уже отмечалось выше), снабжена также двумя энергонезависимыми системами аварийного активного и пассивного расхолаживания, обеспечивающими возможность обслуживания, ремонта, восстановления и определенной работы ПАГАТЭС даже в условиях аварийных ситуаций, которые могут возникать в процессе эксплуатации подземной атомной энергетической установки. Для этого на дневной  
20 поверхности станции обустраивается поверхностный резервуар (бассейн) 22 системы аварийного расхолаживания подземной атомной энергетической установки, который через сливной трубопровод 23, задвижку 24 и стволочной сливной водовод (трубопровод) 25 соединен с подземной камерой 25 атомной энергетической установки. На дневной поверхности размещен также привод (качалка) штанговой насосной установки 26,  
25 который стволочной колонной насосных труб 27 с подвешенным к ним поршневым насосом также соединен с подземной камерой 5 и через выкидной трубопровод 28 связан с поверхностным резервуаром (бассейном) системы аварийного расхолаживания камеры подземной атомной энергетической установки. В резервуаре (бассейне) 22 также размещен теплообменник 29, который стволочными сливным трубопроводом 30 и  
30 трубопроводом 31 соединен с корпусом атомного реактора и образует вместе с ними систему пассивного (не требующего подвода энергии) аварийного расхолаживания корпуса реактора. В целом следует подчеркнуть, что в предлагаемых ПАГАТЭС достаточно четко выстраивается и отчетливо прослеживается еще один аспект их конкретной реализации, заключающийся в том, что независимо от большого  
35 разнообразия условий их создания и использования, различий по производственно-функциональным и технологическим особенностям, входящих в станции объектов, блоков оборудования и отдельных элементов, в структуре ПАГАТЭС все они интегрируются в два основных технологических комплекса, а именно в технологический комплекс поверхности и комплекс основных капитальных шахтных сооружений и  
40 подземных горно-подготовительных выработок (подземного пространства), создание и эффективная эксплуатация которых уже давно не связаны с какими-либо принципиальными затруднениями.

Описание работы предлагаемой ПАГАТЭС сводится к следующему. После завершения всех строительных, монтажных работ в шахтном стволе 1 и пуско-  
45 наладочных работ оборудования поверхностного комплекса, а также подземного оборудования, установленного в околоствольном дворе 2, в подземный (нижний) гидроаккумулирующий бассейн 3 с началом периода суточного повышенного потребления электрической энергии в шахту сбрасывается (срабатывается)

предварительно аккумулированная в поверхностном (верхнем) бассейне 4 вода, а также запускаются в работу установленные в подземной камере 5 околоствольного двора 2, атомная энергетическая установка, включающая атомный энергетический реактор 6 и турбомашинный преобразователь атомной энергии 7, опреснительная (очистная) установка с высоконапорным шахтным насосом 8 и подземный гидрогенератор 9, также установленные в околоствольном дворе шахты. Вода, проходящая через гидравлическую турбину подземного гидрогенератора 9 и сливающаяся по подземному сливному водоводу 10 в подземный (нижний) накопительный бассейн 3, на гидрогенератор 9 подается из верхнего бассейна 4 трубопроводом 11 через управляемую задвижку 12 и ствольной сливной трубопровод 13. Вырабатываемая электрическим генератором энергия по электрическому кабелю 14 выдается на дневную поверхность потребителям и (при необходимости) может использоваться для собственных нужд ПАГАТЭС. Одновременно подземная очистительная установка 9 с высоконапорным шахтным насосом начинает отбирать по входному (всасывающему) трубопроводу 15 воду из подземного бассейна 3, очищает ее и по ствольному напорному трубопроводу 16 выдает (поднимает) ее на уровень дневной поверхности, где чистая вода аккумулируется в резервуаре чистой воды 17, подаваемой трубопроводом 18 внешним потребителям, либо при ее избыточном производстве сбрасывается и накапливается в верхнем гидроаккумулирующем бассейне 4 (эта последняя трубопроводная связь на чертеже условно не показана). При этом, как видно, подземная очистительная установка 8 работает обычно непрерывно во времени, получая необходимые ей электрическую и тепловую энергию от турбомашинного преобразователя энергии 7 и атомного реактора 6, работающих в своем базовом режиме постоянной нагрузки, соответственно по электрическому кабелю 19 и циркуляционному контуру 20. Кроме того, атомный реактор 6 может содержать и дополнительный циркуляционный контур 21 для подачи тепловой энергии другим подземным потребителям. Включения в работу (пуск) и остановки работы атомного реактора, включая и его аварийно-защитные отключения, производятся штатными устройствами и средствами управления и защиты самого реактора 6, а для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации, работы и проведения ремонтно-восстановительных работ на ПАГАТЭС в целом по мере необходимости запускаются имеющиеся в ней система пассивного расхолаживания атомного реактора и энергонезависимая активная система расхолаживания подземной камеры 5, в которой размещен атомный реактор 6. При включении системы энергонезависимого активного расхолаживания подземной камеры 5 атомной энергетической установки вода из поверхностного резервуара (бассейна) 22 по сливному трубопроводу 23 и задвижку 24 под действием силы тяжести через ствольной трубопровод 25 «холодная» вода сливается в камеру 5 и при достижении в ней определенного уровня в работу включается привод (качалка) штанговой насосной установки 26, размещенный на дневной поверхности, осуществляющий подъем «горячей» воды из камеры 5 по трубопроводу 27 с помощью поршневого штангового насоса, подвешенного (установленного) на нижнем конце этого трубопровода и находящегося в гидравлической связи с камерой 5. Поднимаемая (откачиваемая) на дневную поверхность «горячая» вода из камеры 5 через ствольную колонну трубопровода 27 и выкидной трубопровод 28 сбрасывается далее в поверхностный резервуар (бассейн) системы аварийного расхолаживания 22. Система дополнительного пассивного аварийного расхолаживания атомного реактора 6 в виде теплообменника 29, расположенного в резервуаре (бассейне) 22 и соединенного сливным трубопроводом 30 и трубопроводом 31 с соответствующими элементами конструкции корпуса атомного

реактора б и выполняющего роль нижнего (подземного) теплообменника для отвода тепла из реактора, работает благодаря естественной циркуляции под действием силы тяжести вследствие различной плотности (из-за различий в температуре) столба жидкости в одном из трубопроводов 30 и 31, как ветвей этого пассивного циркуляционного контура. Сам рассматриваемый пассивный циркуляционный контур дополнительного аварийного расхолаживания корпуса атомного реактора снабжается необходимой запорной арматурой для исключения потерь тепловой энергии реактора при нормальной работе атомной энергетической установки.

Другая разновидность базового - максимального варианта предлагаемой ПАГАТЭС, имеющей точно такой же поверхностный технологический комплекс, как и ПАГАТЭС, реализуемая по варианту, представленному на фиг. 1, работа которого описана выше, является подвариант, имеющий точно такой же поверхностный технологический комплекс, но с другим и более сложным подземным производственно-технологическим комплексом, подземная часть которого представлена на фиг. 2 и имеющего в своем составе в качестве подземного потребителя тепловой энергии подготовленный в продуктивном нефтесодержащем пласте 32 (фиг. 2) участок для добычи высоковязкой нефти. Работа предлагаемой ПАГАТЭС в части ее отличий от описанного выше функционирования базового варианта по схеме, представленного на фиг. 1, сводится к следующему. Сверху над продуктивным нефтяным пластом высоковязкой нефти 32, требующей для своего извлечения тепловой обработки путем нагнетания водяного пара с температурой 200-300°C в пробуренные через массив горных пород 33 из нарезной подготовительной выработки 34<sub>1</sub> из околоствольного двора 2 от атомного реактора б по термоизолированным циркуляционному контуру 21 и распределительному трубопроводу 34<sub>2</sub> в нагнетательные скважины 35<sub>1</sub>-35<sub>n-1</sub>, имеющие простейшие «обсадные» колонны с установленными в них трубопроводами, которые, в свою очередь, в продуктивном пласте имеют перфорационные отверстия для подачи в продуктивный пласт водяного пара требуемых параметров, генерируемого парогенераторами 36<sub>1</sub>-36<sub>n-1</sub>, установленными непосредственно на устьях нагнетательных скважин. В результате этого происходит требуемое снижение вязкости нефти в пласте и ее так называемая парогравитационная сепарация. Подвижная (разогретая) нефть через добывающую скважину 37, скапливаясь в горизонтальном участке 38, пройденном вдоль пласта в нижней его части, из пласта 32 извлекается, например, штанговой насосной установкой 39, размещенной на подготовительной выработке 34<sub>1</sub>, и трубопроводом 40 выдается в околоствольный двор шахтного комплекса для последующих операций обработки. Как видно, при этом обеспечивается в конечном итоге как высокоэкономичное (без заметных потерь при ее доставке в пласт) расходование тепловой энергии, так и достаточно полное извлечение добываемой нефти путем соответствующего управления технологией и параметрами разработки высоковязкой нефти.

Более простые варианты реализации предлагаемой ПАГАТЭС, хотя и относящиеся к базовому - максимальному варианту, являющиеся фактически подмножествами варианта, представленного на фиг. 1, приведены на фиг. 3 - 5 и не требуют дополнительных пояснений. Необходимо только указать на следующие моменты или аспекты, существенные (отличительные) только для непосредственно этих вариантов. В частности, на фиг. 3 представлен вариант реализации предлагаемой ПАГАТЭС, в которой отсутствует функция производства и поставки внешним потребителям чистой (опресненной) воды. На фиг. 4 дается вариант достаточно простой реализации ПАГАТЭС, не требующий как производства чистой воды, так и отсутствие в нем

достаточно тонкой очистки воды при производстве электрической энергии за счет процесса гидроаккумулирования, а также при отсутствии в ПАГАТЭС функции генерации и поставки потребителям тепловой энергии. Далее, как показано на фиг. 5, наибольшего упрощения, а следовательно, и стоимости реализации предлагаемой ПАГАТЭС можно достичь при снижении требований к ее функциональным возможностям и уровню безопасности, если таковые могут явиться допустимыми в тех или иных условиях, при условиях, имеющих в вариантах, представленных на фиг. 3 и 4, а также в случае, если допускается снабдить, например, ПАГАТЭС только одной энергонезависимой активной системой аварийного расхолаживания подземной камеры 5 для размещения под землей атомной энергетической установки.

В ряде случаев по соображениям чисто экономического (финансового) плана, например, с целью снижения капитальных затрат на сооружение атомной энергетической установки, может оказаться допустимым и целесообразным ее размещение на дневной поверхности, притом что тепловая энергия, вырабатываемая атомным реактором 6, должна подаваться подземному потребителю, расположенному достаточно глубоко под землей. Тогда предлагаемая ПАГАТЭС реализуется по варианту (по схеме), представленному на фиг. 6 и относящемуся к классу (типу) полуподземных АЭС с двоичными кодами вариантов «0001» и «0011», как это уже отмечалось выше в таблице потенциального множества вариантов.

Работает такая подземная атомная теплоэлектрическая станция следующим образом. Пусть, например, подземным потребителем тепловой энергии является в продуктивном пласте 32 оконтуренный с двух сторон горно-подготовительными выработками 34<sub>1,1</sub> и 34<sub>1,2</sub> столб (участок) для добычи высоковязкой нефти с помощью добычной скважины 37 с протяженным горизонтальным окончанием 38, пройденным по пласту в нижней его части. Тогда тепловая энергия в пласт подается от реактора 6 атомной энергоустановки, расположенной на дневной поверхности, по термоизолированному трубопроводу 41<sub>1</sub>, проложенному по шахтному стволу 1, и далее по подземной горно-подготовительной выработке 34<sub>1,1</sub> к нагнетательно-стимулирующим (нагревательно-стимулирующим) скважинам с прямоточными трубчатыми теплообменниками 42<sub>1</sub>-42<sub>n-1</sub>, пройденным в продуктивном пласте между горными выработками 34<sub>1,1</sub> и 34<sub>1,2</sub>. Из скважин 42<sub>1</sub>-42<sub>n-1</sub> «охлажденная» (отработавшая) текучая теплонесущая среда (обычно это вода) собирается сборным трубопроводом 41<sub>2</sub>, расположенным на другой подготовительной выработке 34<sub>1,2</sub>, через еще одну скважину в пласте 42<sub>n</sub>, аналогичной по конструкции скважинам 42<sub>1</sub>-42<sub>n-1</sub>, поступает в трубопровод 41<sub>3</sub>, установленный на первой горной выработке 34<sub>1,1</sub> и шахтном стволе 1 и подключенный к теплообменнику атомного реактора 6, замыкая тем самым циркуляционный контур для подачи тепла в продуктивный пласт высоковязкой нефти. Получившая большую подвижность нефть вследствие снижения ее вязкости из-за нагревания извлекается (добывается) из пласта скважиной 37, оборудованной тем или иным насосным оборудованием.

Значительный практический интерес предлагаемая ПАГАТЭС может представлять для решения проблемы безопасного и экологически чистого решения проблемы водообеспечения в варианте опреснения морской (соленой) воды, представленном на фиг. 7. В этом случае ПАГАТЭС выполняется по максимальному - базовому варианту с кодом «1100», точнее с кодом «1100.1», имеющим дополнительный идентификационный признак (разряд в коде), отражающий те или иные специфические особенности реализации станции, как подземного - шахтного энерготехнологического комплекса.

В данном варианте ПАГАТЭС таким отличительным признаком является то, что мощная опреснительная установка станции, например дистилляционная опреснительная установка 43, вследствие больших габаритов и массы входящего в нее оборудования, естественным образом размещена на дневной поверхности и соединяется циркуляционным контуром теплоносущей текучей среды 20 для подачи тепловой энергии от реактора 6 атомной энергетической установки целиком и полностью установлена в шахте (под землей). Исходная (соленая) вода из бассейна 4 по водоводу 11 через задвижку 12 поступает в дистилляционную опреснительную установку 43, куда из шахты от реактора по циркуляционному контуру 20 от реактора 6 поступает и необходимая для испарения воды тепловая энергия. Опресненная (чистая) вода по трубопроводу 44 насосом 45 направляется в поверхностный накопительный резервуар пресной (чистой) воды, поступающей затем потребителям. В остальном этот вариант осуществления ПАГАТЭС функционирует точно так же, как и базовый - максимальный вариант по фиг. 1, описанный выше.

Наконец, как это видно из таблицы потенциальных вариантов, возможен еще один вариант осуществления предлагаемой ПАГАТЭС с двоичным кодом «1000», предполагающим, как это показано на фиг. 8, так называемое разнесенное размещение основных блоков атомной энергетической установки, при котором энергетический атомный реактор 6 размещается под землей (в шахте), а турбомашинный блок преобразования атомной энергии 7, выполненный, например, в виде паротурбинной электростанции, устанавливается на дневной поверхности. При достаточной мощности подземного атомного реактора или при подземной установке нескольких реакторов в поверхностном комплексе ПАГАТЭС могут быть и другие потребители тепловой энергии. В данном случае, как это видно из фиг. 8, в ПАГАТЭС имеется турбомашинная электростанция (блок 7), а также опреснительный комплекс оборудования по варианту, показанному на фиг. 7, получающие тепловую энергию от реактора 6, установленного и работающего под землей в шахте, что как раз и обеспечивает максимальную его защищенность и, следовательно, максимально возможную безопасность предлагаемой теплоэлектрической станции в целом.

Источники информации

1. Патент РФ №1828710, опубликовано 30.12.1994 г. Атомная электрическая станция. / Автор: Ильюша А.В.

2. Патент РФ №2393562 от 16.09.2009 г. Подземная атомная теплоэлектростанция вертикального шахтного исполнения. - Патентообладатель: Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский электротехнический институт им. В.И. Ленина» (ФГУП ВЭИ). / Авторы: Аникеев С.Д., Алмазов В.А., Евсеев Ю.А., Гречко Г.И., Шишкин В.А.

3. Патент РФ №2596842 от 24.04.2015 г. Способ строительства атомных электрических станций с подземным размещением ядерного реактора. - Патентообладатель: ООО «Юридическая компания «Проминь». / Автор: Войтюк В.В.

4. Патент РФ №2596160 от 18.02.2011 г. Небольшая атомная электрическая станция на быстрых нейтронах с длительным интервалом замены топлива. - Патентообладатель: ЭДВАНСД РИЭКТОР КОНСЕПТС ЛЛК (US). / Автор: УОЛТЕРС Леон К.

5. Патент РФ №2545098 от 31.01.2014 г. Реакторная установка с реактором на быстрых нейтронах и свинцовым теплоносителем. - Патентообладатели: Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация «Росатом», Частное учреждение Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» «Инновационно-технологический центр проекта «Прорыв». / Авторы: Кубинцев Б.Б.,

Леонов В.Н., Лопаткин А.В., Чернобровкин Ю.В.

6. Патент РФ №2348994 от 21.09.2007 г. Ядерная энергетическая установка. - Патентообладатель: Открытое Акционерное Общество «Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт атомного машиностроения» (ОАО «ВНИИАМ»). / Авторы: Гришанин Е.И., Фонарев Б.И., Фальковский Л.Н., Андреев Л.М.

7. Патент РФ №2399104 от 03.12.2008 г. Способ обеспечения электрической энергией в закрываемых льдами акваториях шельфа и подводная атомная станция для его осуществления. - Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Комплексные Инновационные Технологии». / Авторы: Кравченко В.А., Илюшкин А.П., Лавковский С.А., Лебедев А.В., Кузнецов В.П., Лавковский А.С., Чураев С.В.

8. Патент РФ №2571120 от 29.10.2011 г. Подземное нагревательное устройство. - Патентообладатель: - Дженерал Электрик Компани (US). / Авторы: МОХАМЕД Шериф Хатем Абдулла; ШЕЛДОН Ричард Блэйр; ИЛКЭДИ Ахмед Мостафа; ИВУЛЕТ Андрей Тристан; ГИГЛИОТТИ МЛ., Майкл Френсис Ксавьер; Брэй Джеймс Уильям.

9. Патент РФ №2562237 от 24.06.2014 г. Космическая ядерная энергетическая установка. - Патентообладатель: Российская Федерация, от имени которой выступает Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом». / Авторы: Драгунов Ю.Г., Кобзев П.В., Кудинов В.В., Кухарь И.Н., Слепцов Л.А.

10. Патент РФ №109898 (полезная модель) от 06.07.2011 г. Система аварийного расхолаживания. - Патентообладатель: Открытое Акционерное Общество «Опытное конструкторское бюро машиностроения имени И.И. Африкантова» (ОАО «ОКБМ Африкантов»). / Авторы: Зверев Д.Л., Соколов А.Н., Пахомов А.Н., Хизбуллин А.М.

11. Патент РФ №1828711, опубликовано 30.12.1994 г. Гидроаккумулирующая электрическая станция. / Авторы: Ильюша А.В., Микляев Е.И., Эхин А.Р., Беккер Р.Г. - прототип.

#### (57) Формула изобретения

1. Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектростанция, включающая главный и вспомогательный шахтные стволы, околоствольный двор с камерами для размещения в них блочно-модульного оборудования атомной энергетической установки в виде малогабаритного высокотемпературного атомного реактора и турбомашинного преобразователя энергии, подземные шахтные установки и производственно-технологические блоки - потребители электрической и тепловой энергии, сеть подземных горно-подготовительных выработок, используемых для обеспечения технологических процессов и выполняемых производственных функций, проложенные по главному шахтному стволу электрические силовые и информационные коммуникации-кабели, водосливные и водонапорные трубопроводы, термоизолированные трубопроводы для выдачи тепловой энергии, которые в своей совокупности адекватным образом соединяют объекты подземной части гидроаккумулирующей теплоэлектрической станции с ее поверхностными объектами и потребителями, образующими ее поверхностный технологический комплекс, отличающаяся тем, что в базовом - максимальном варианте реализации станция снабжена пассивной системой аварийного расхолаживания атомного реактора и энергонезависимой активной системой аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки, одновременно содержит поверхностный - верхний гидроаккумулирующий бассейн, поверхностный резервуар - охладитель системы аварийного расхолаживания атомной энергетической установки, поверхностный накопительный резервуар пресной воды с выходным трубопроводом

для подачи ее потребителям, входным теплообменником циркуляционного контура пассивной системы аварийного расхолаживания является корпус атомного реактора, а выходной теплообменник пассивного циркуляционного контура размещен в охлаждающей среде поверхностного резервуара - охладителя, система аварийного расхолаживания подземной камеры атомной энергетической установки имеет активный циркуляционный контур, образуемый частью свободного объема этой подземной камеры и всего объема охлаждающей воды поверхностного резервуара - охладителя, активная циркуляция охлаждающей воды в этом контуре при этом осуществляется по стволковым трубопроводам с помощью штанговой поршневой насосной установки, привод - качалка которой размещен на дневной поверхности и имеет независимый от теплоэлектрической станции источник энергии.

2. Поземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектростанция по п. 1, отличающаяся тем, что подача подземным потребителям низкопотенциальной тепловой энергии в виде водяного пара с температурой до 200-300 градусов по Цельсию осуществляется непосредственно от парогенераторов, расположенных непосредственно в подземной камере атомной энергетической установки по термоизолированным трубопроводам.

3. Поземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектростанция по п. 1, отличающаяся тем, что подача высокопотенциальной тепловой энергии для поверхностных и подземных потребителей, расположенных от атомной энергетической установки на средних величинах удаления, составляющих величины до 10-12 тысяч метров, производится активными циркуляционными контурами с соляным теплоносителем по термоизолированным трубам, соединяющим высокотемпературные промежуточные теплообменники, размещенные в подземной камере атомной энергетической установки, и теплообменники, размещенные непосредственно у потребителей высокопотенциального тепла.

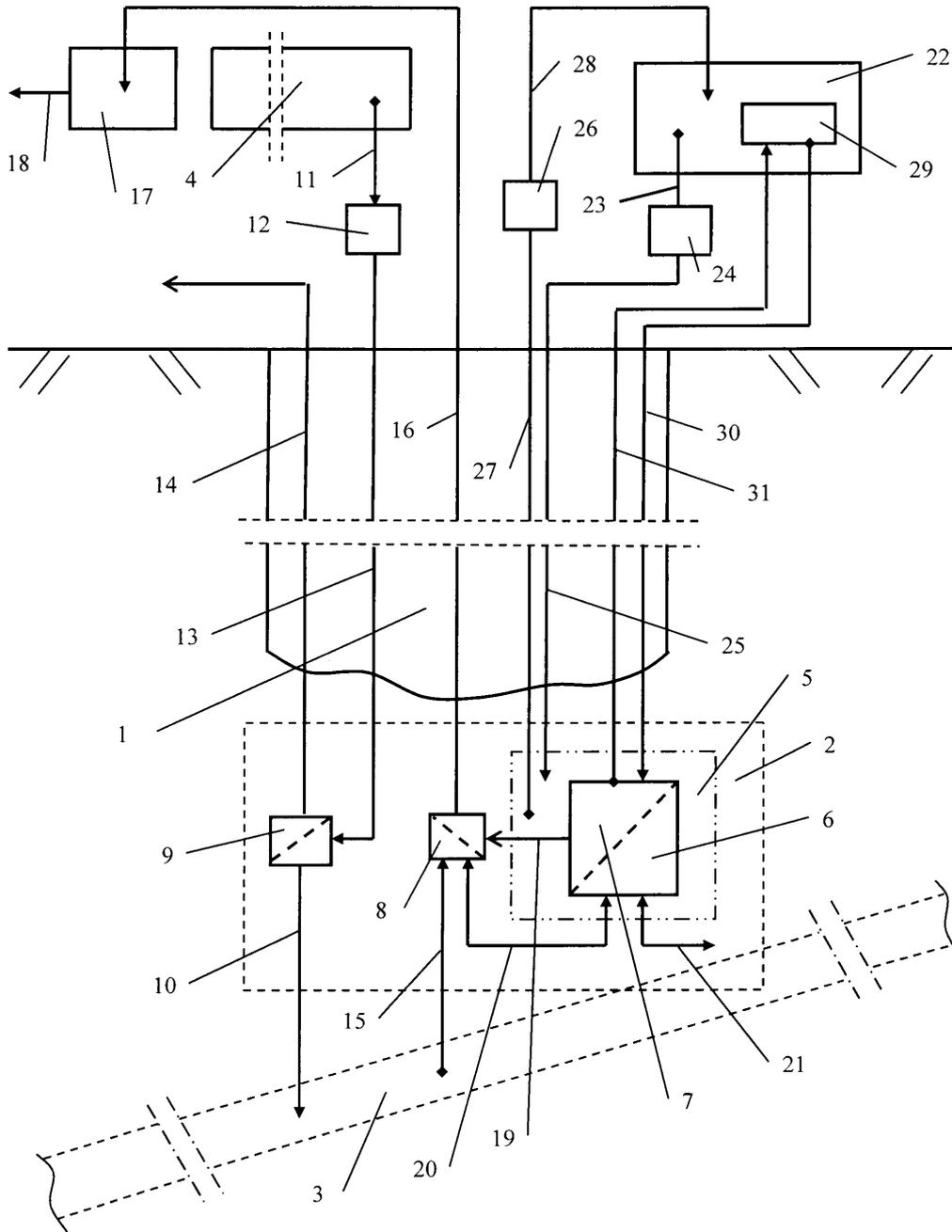
30

35

40

45

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1111.1)



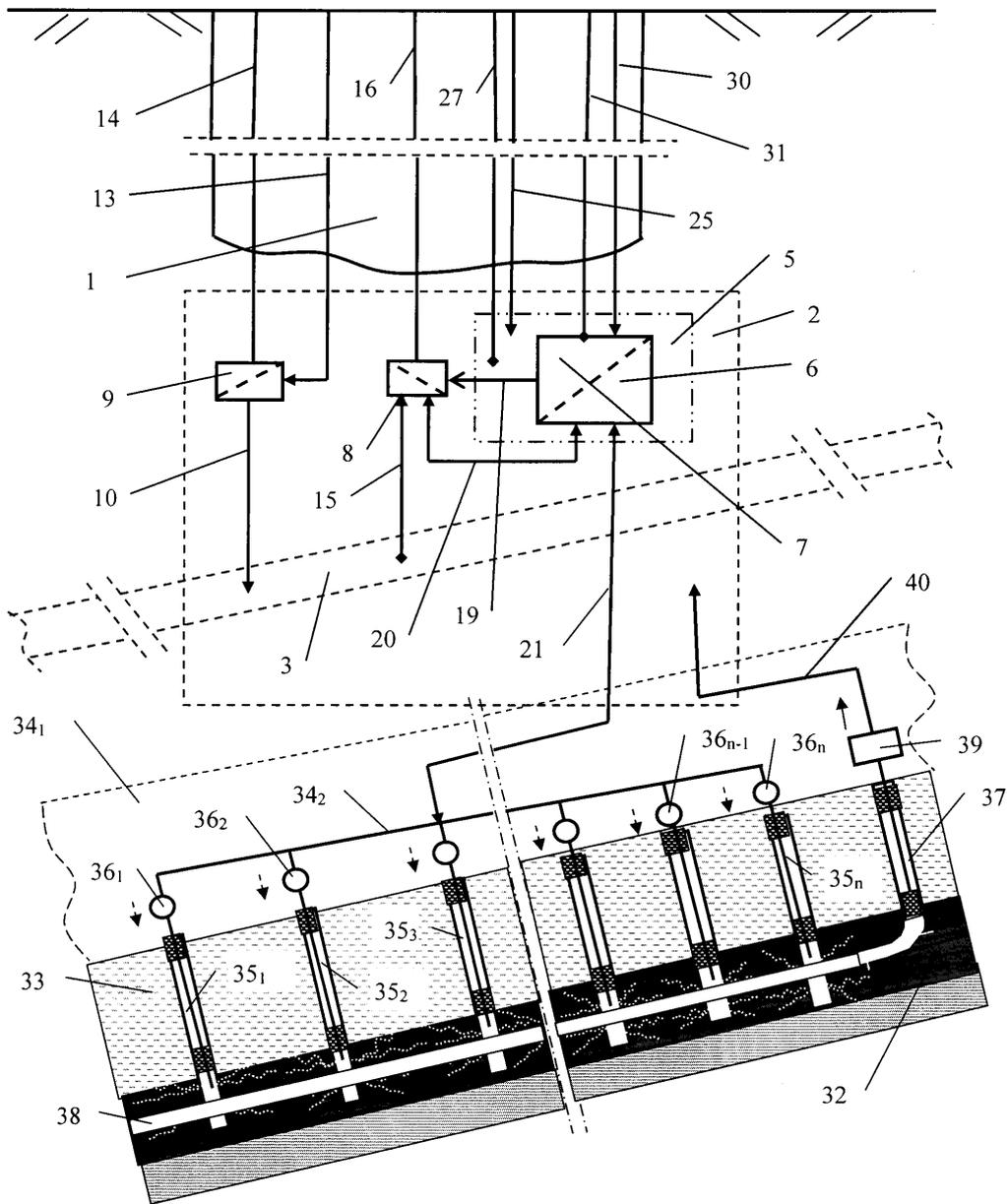
Фиг. 1 (1111.1)

Авторы: А.В. Ильюша

Г.Л. Амбарцумян

Д.А. Панков

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1111.2)



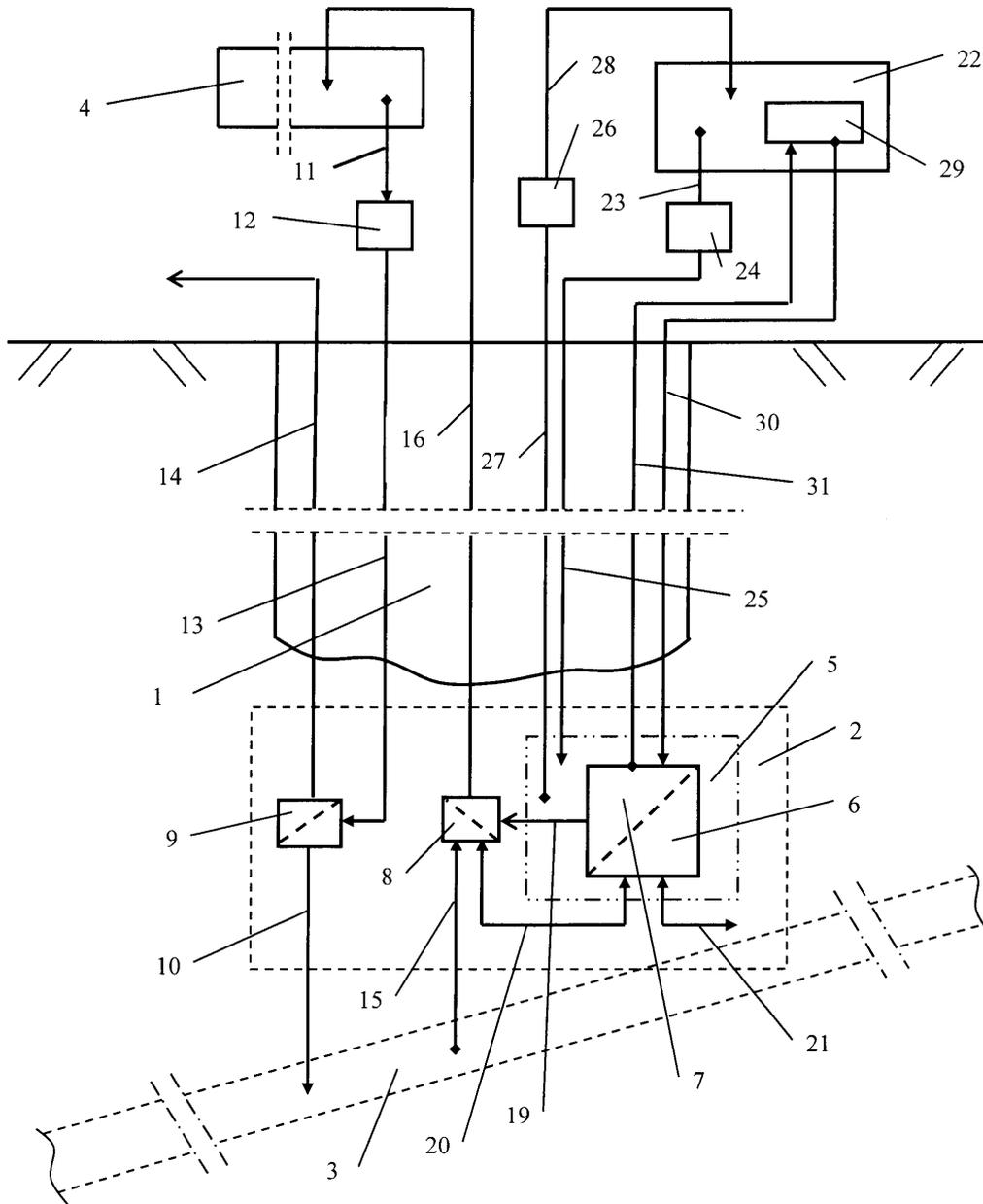
Фиг. 2 (1111.2)

Авторы: А.В. Ильюша

Г.Л. Амбарцумян

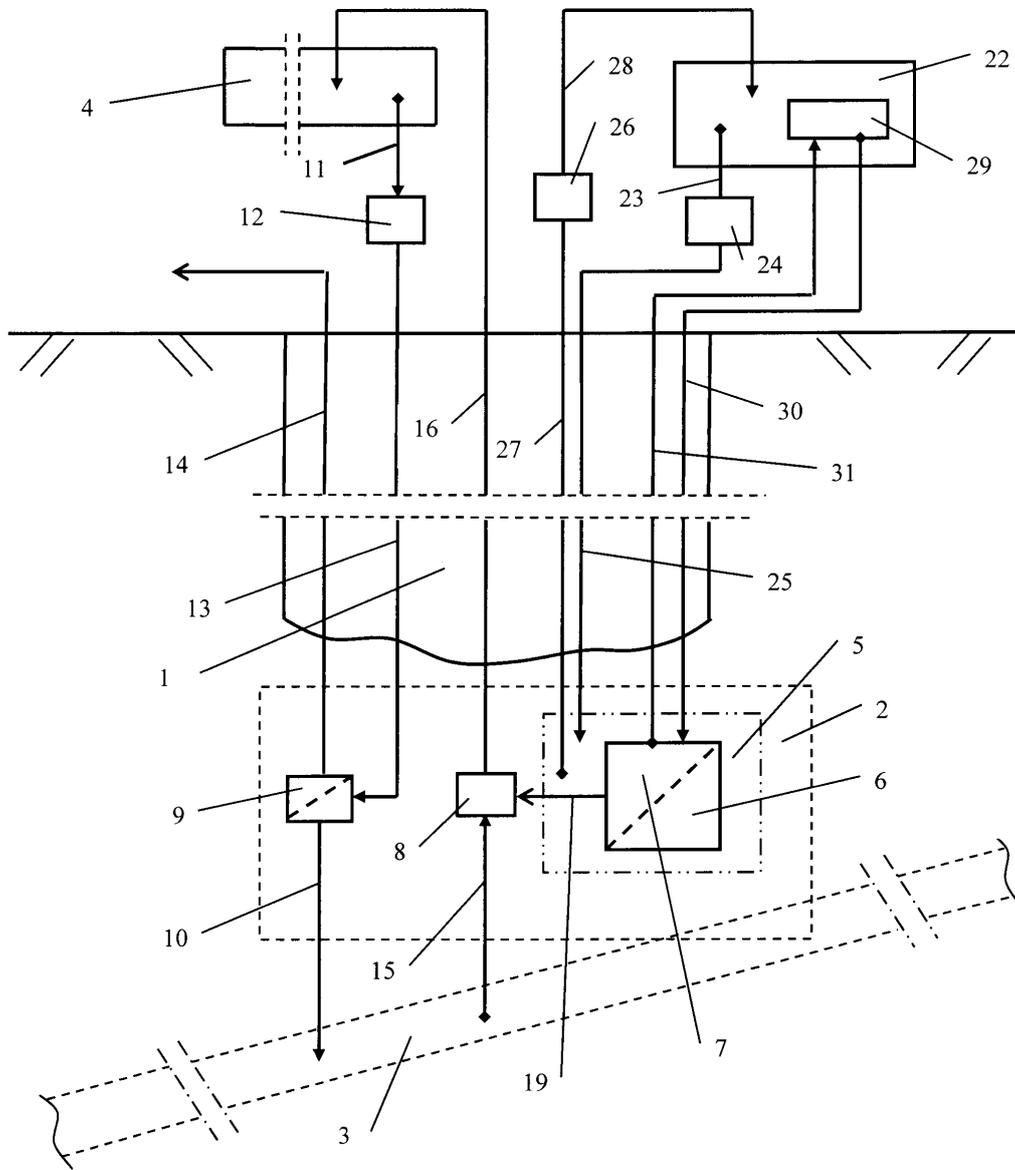
Д.А. Панков

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1111.3)



Фиг. 3 (111

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1110.4)



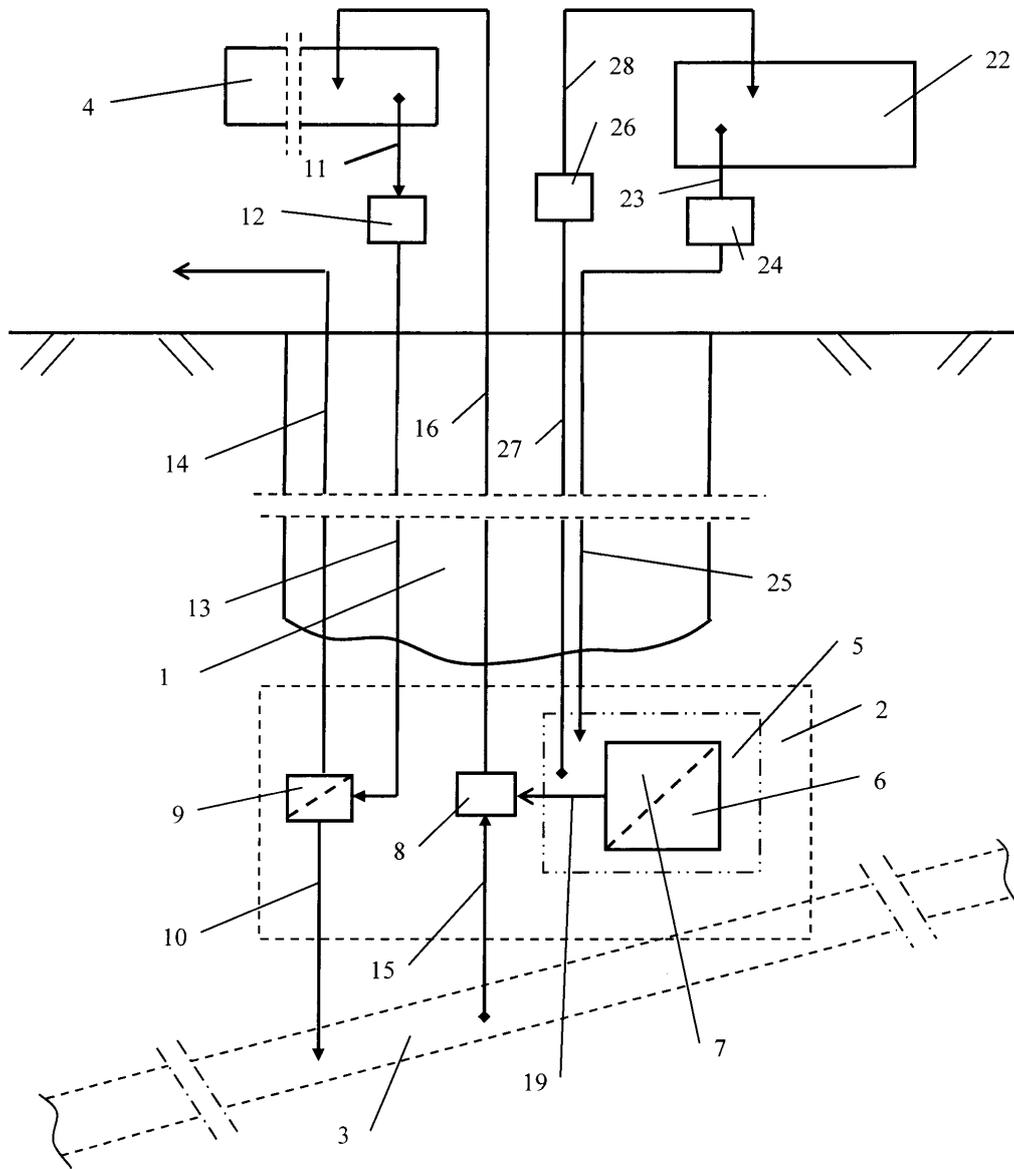
Фиг. 4 (1110.4)

Авторы: А.В. Ильюша

Г.Л. Амбарцумян

Д.А. Панков

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1110.5)



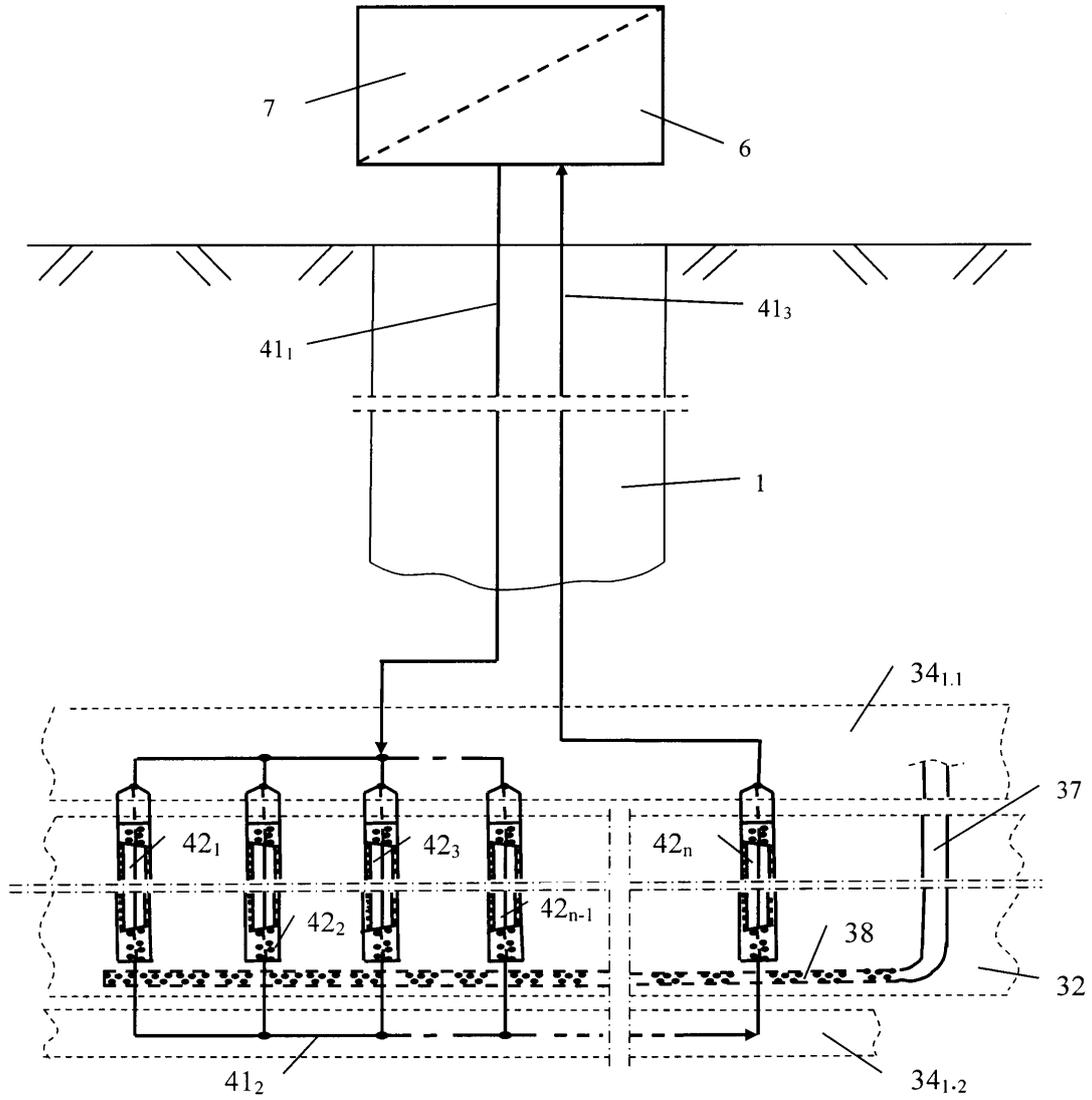
Фиг. 5 (1110.5)

Авторы: А.В. Ильюша

Г.Л. Амбарцумян

Д.А. Панков

Подземная атомная гидроаккумулирующая тепловая станция  
(Вариант 0001)



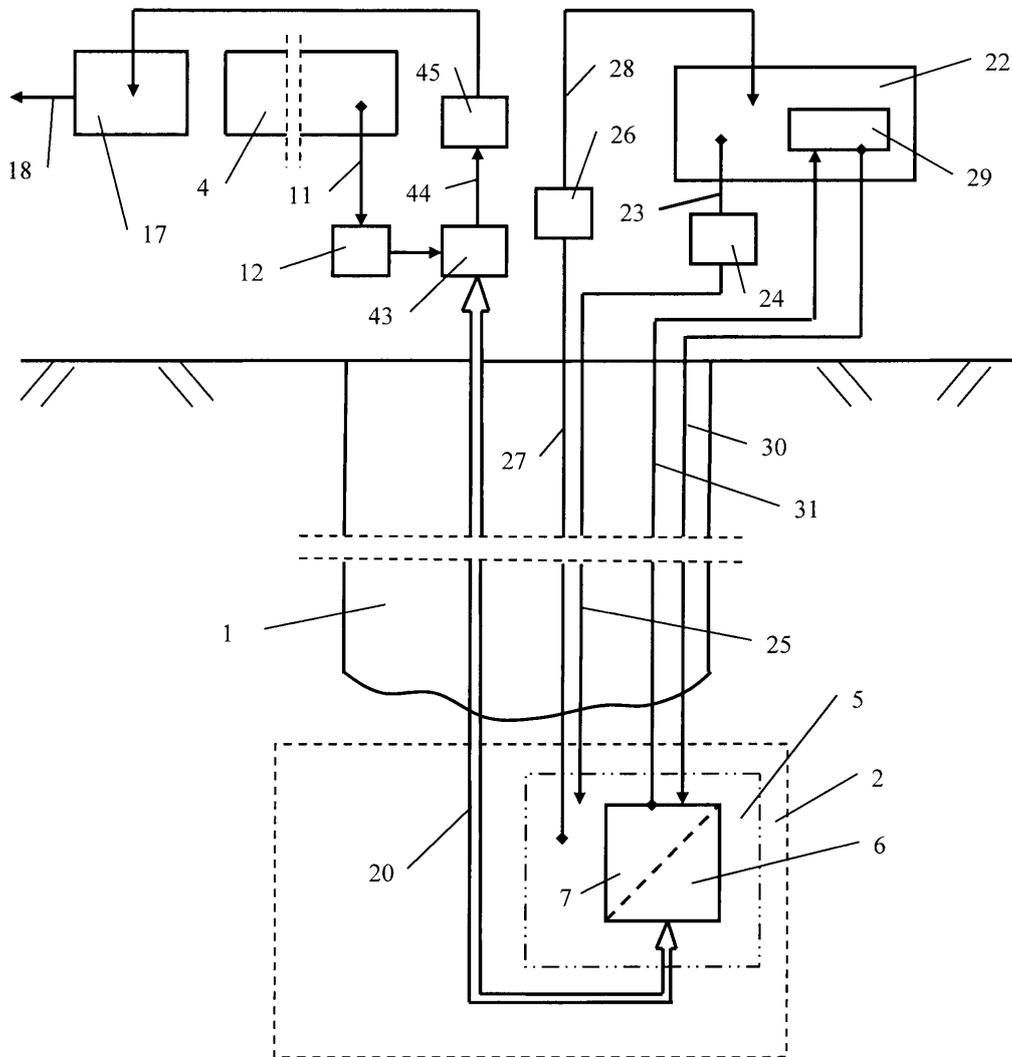
Фиг. 6 (0001)

Авторы: А.В. Ильюща

Г.Л. Амбарцумян

Д.А. Панков

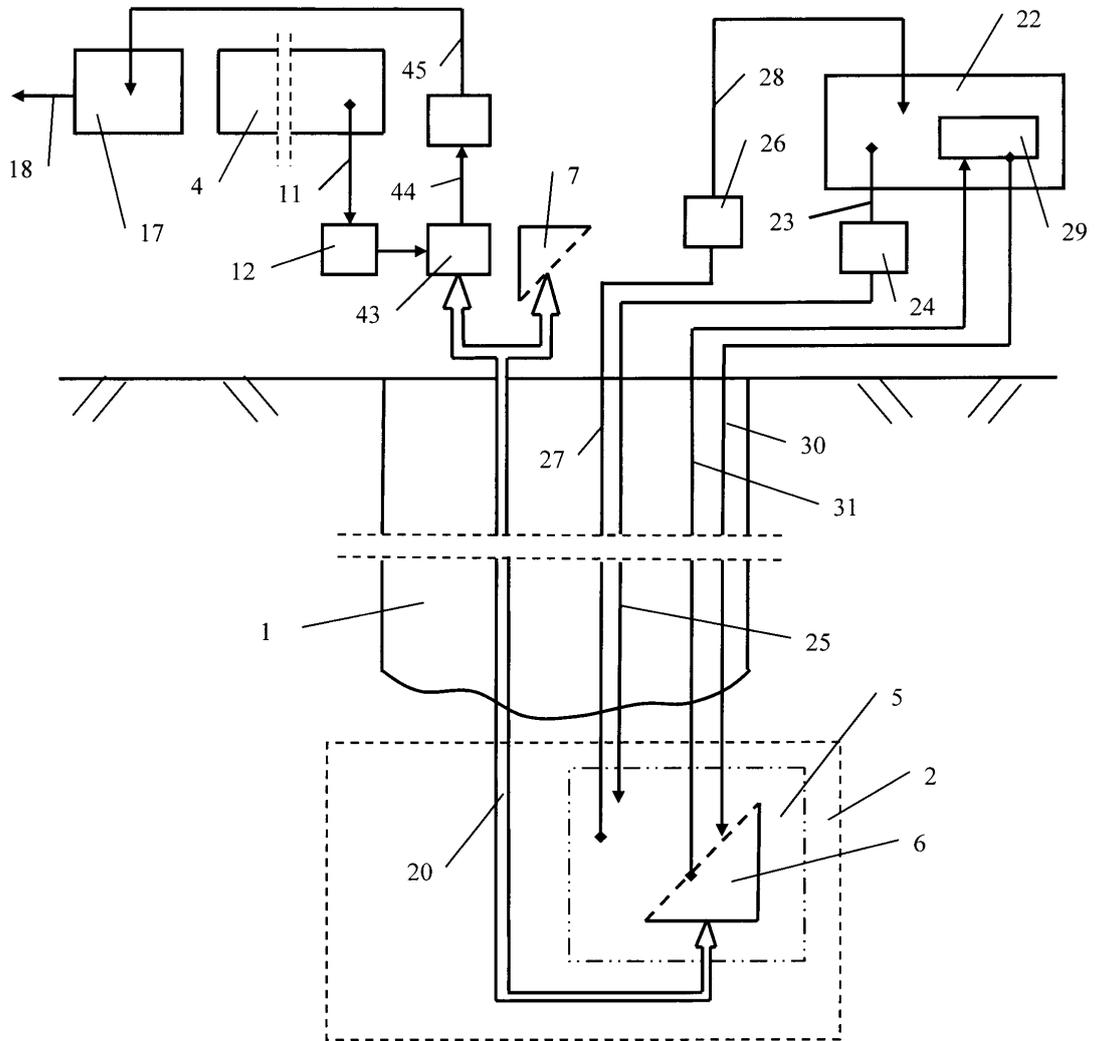
Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1100.1)



Фиг. 7 (1100.1)

Авторы: А.В. Ильюша      Г.Л. Амбарцумян      Д.А. Панков

Подземная атомная гидроаккумулирующая теплоэлектрическая станция  
(Вариант 1000.1)



Фиг. 8 (1000.1)

Авторы: А.В. Ильюша      Г.Л. Амбарцумян      Д.А. Панков