



(51) МПК
C25B 1/042 (2021.01)
C25B 9/00 (2006.01)
F01K 13/00 (2006.01)
F03B 13/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

C25B 1/042 (2022.08); *C25B 9/00* (2022.08); *F01K 13/00* (2022.08); *F03B 13/00* (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2021131394, 27.10.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.10.2021

Дата регистрации:
11.04.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.10.2021

(45) Опубликовано: 11.04.2023 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

140002, Московская обл., г. Люберцы, ул.
Кирова, 1, кв. 147

(72) Автор(ы):

Ильюша Анатолий Васильевич (RU),
 Амбарцумян Гарник Левонович (RU),
 Амбарцумян Левон Гарникович (RU),
 Андреев Михаил Анатольевич (RU),
 Меджитов Тимур Бахтиярович (RU),
 Конева Элеонора Гильеновна (RU),
 Коваль Дмитрий Валерьевич (RU),
 Топилин Сергей Вячеславович (RU),
 Яшин Юрий Александрович (RU),
 Яшин Дмитрий Юрьевич (RU),
 Ребров Сергей Григорьевич (RU),
 Морозов Андрей Геннадиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2677318 C2, 16.01.2019. WO
 2015004143 A1, 15.01.2015. JP 2014237118 A,
 18.12.2014. JP 59110813 A, 26.06.1984.

(54) ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО
 ВОДОРОДА

(57) Реферат:

Изобретение относится к энерготехнологическому комплексу производства электролизного водорода, содержащему теплоэлектрическую станцию традиционной тепловой энергетики, приливно-ветряную гидроаккумулирующую электрическую станцию и устройство высокотемпературного электролиза водяного пара - электролизер. Комплекс характеризуется тем, что снабжен устройством обессоливания и деионизации исходной воды, включающим дистилляционный опреснитель с

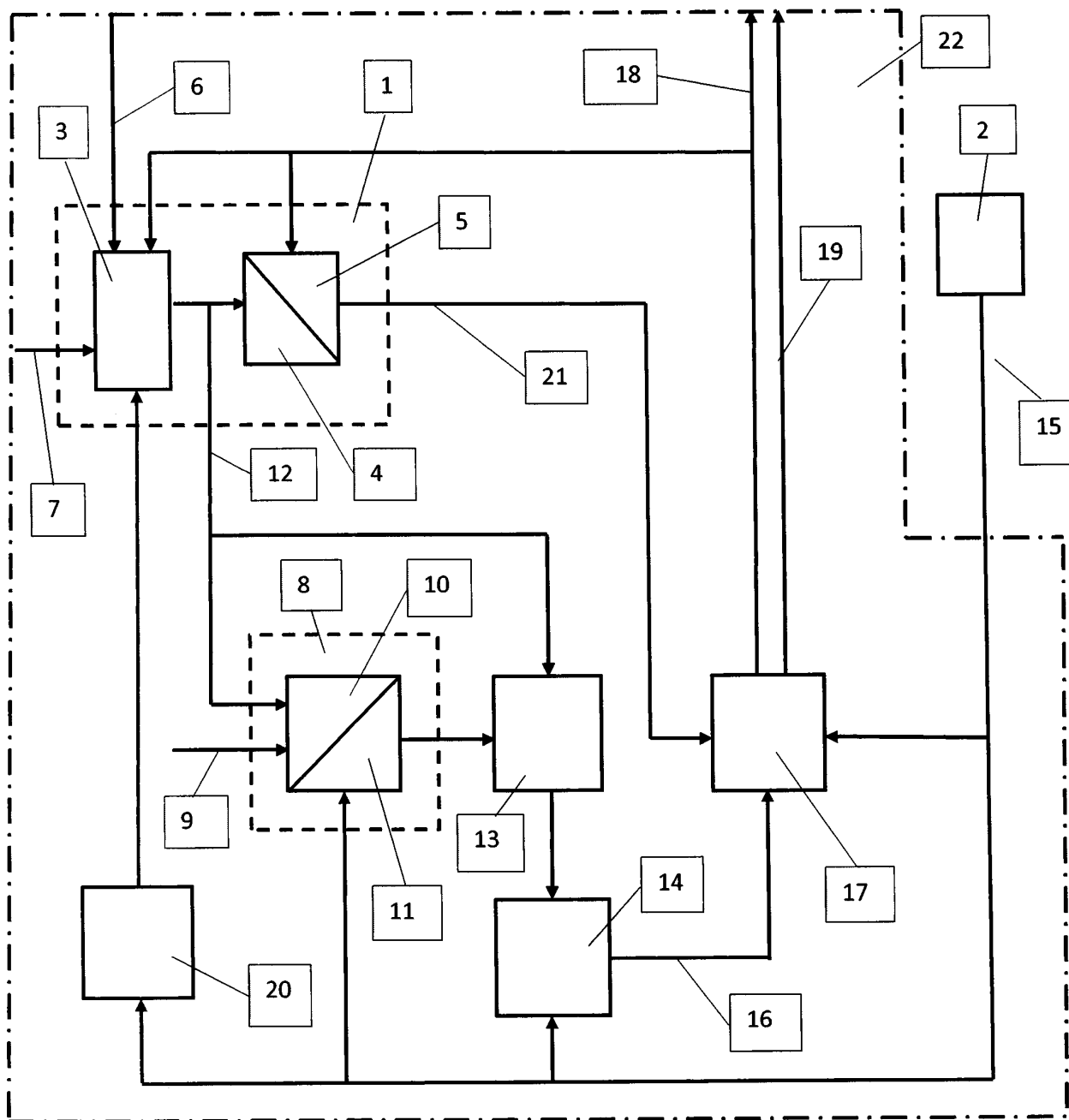
установкой электромембранной фильтрации очищенной воды, выход которой подается на один из входов парогенераторного подогревателя, соединенного другим входом с выходом генератора тепловой энергии традиционной теплоэлектрической станции, выход установки электромембранной фильтрации очищенной воды соединен с одним из входов электрического высокотемпературного нагревателя низкопотенциального пара деионизированной очищенной воды, на другой

вход которого подается электрическая энергия от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции, выход электрического высокотемпературного нагревателя соединен с одним из входов устройства высокотемпературного электролиза водяного пара, на другой вход которого поступает электрическая энергия от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции и/или от электрического генератора теплоэлектрической станции, оборудование которой запитывается от водородного выхода устройства высокотемпературного электролиза, а один из входов генератора тепловой энергии тепловой электрической станции через

плазмотроны подключен к выходу приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции, соединенному также и со входом установки электромембранной фильтрации очищенной воды. Техническим результатом является то, что вырабатываемый водород на предлагаемом энерготехнологическом комплексе может быть зеленым, голубым и/или серым и иметь тот или иной уровень углеродного следа в зависимости от того какого вида первичная (исходная) энергия будет использоваться для производства водорода, а также от технологий и оборудования для генерируемой при этом тепловой и электрической энергии. 1 ил.

RU 2794120 C1

RU 2794120 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

C25B 1/042 (2021.01)*C25B 9/00* (2006.01)*F01K 13/00* (2006.01)*F03B 13/00* (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

C25B 1/042 (2022.08); *C25B 9/00* (2022.08); *F01K 13/00* (2022.08); *F03B 13/00* (2022.08)

(21)(22) Application: 2021131394, 27.10.2021

(24) Effective date for property rights:
27.10.2021Registration date:
11.04.2023

Priority:

(22) Date of filing: 27.10.2021

(45) Date of publication: 11.04.2023 Bull. № 11

Mail address:

140002, Moskovskaya obl., g. Lyubertsy, ul. Kirova,
1, kv. 147

(72) Inventor(s):

Ilyusha Anatolij Vasilevich (RU),
Ambartsumyan Garnik Levonovich (RU),
Ambartsumyan Levon Garnikovich (RU),
Andreev Mikhail Anatolevich (RU),
Medzhitov Timur Bakhtiyarovich (RU),
Konekava Eleonora Gilenovna (RU),
Koval Dmitrij Valerevich (RU),
Topilin Sergej Vyacheslavovich (RU),
Yashin Yuriy Aleksandrovich (RU),
Yashin Dmitrij Yurevich (RU),
Rebrov Sergej Grigorevich (RU),
Morozov Andrej Gennadievich (RU)

(73) Proprietor(s):

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

(54) TECHNOLOGICAL ENERGY COMPLEX FOR PRODUCTION OF ELECTROLYSIS HYDROGEN

(57) Abstract:

FIELD: production of electrolytic hydrogen.

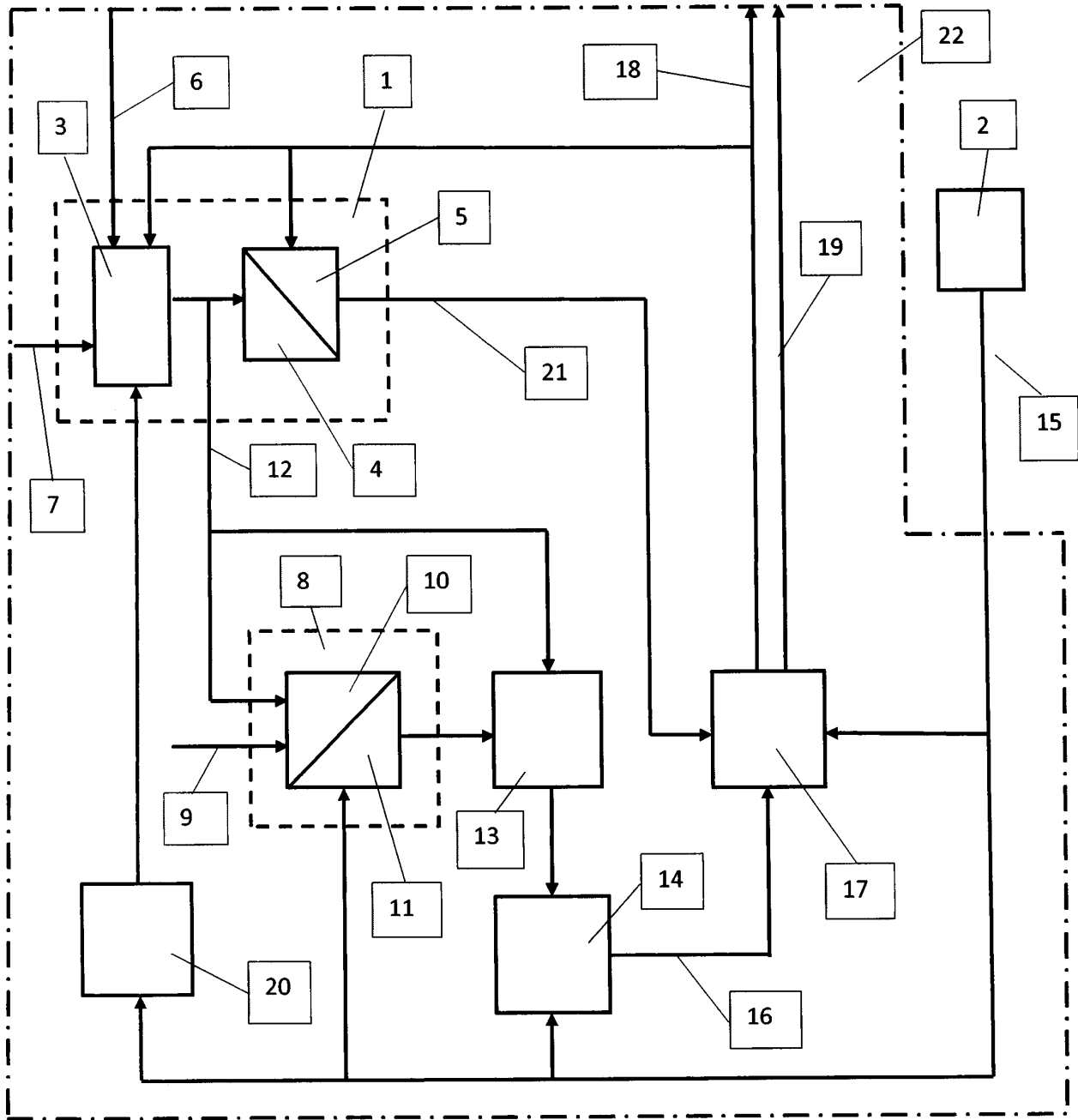
SUBSTANCE: technological energy complex for production of electrolytic hydrogen. Invention contains a thermal power station using traditional thermal energy, a tidal-wind pumped-storage power plant and a device for high-temperature electrolysis of water vapor - an electrolyser. The complex is characterized by the fact that it is equipped with a source water desalination and deionization device, including a distillation desalination plant with an electromembrane filtration unit for purified water, the output of which is fed to one of the inlets of a steam generator heater connected by another input to the output of a thermal energy generator of a traditional thermal power plant, the outlet of an electromembrane filtration unit of purified water is connected to one of the inputs of an electric high-

temperature heater of low-grade steam of deionized purified water, the other input of which is supplied with electrical energy from a tidal-wind pumped storage power plant, the output of the electric high-temperature heater is connected to one of the inputs of a device for high-temperature electrolysis of water vapor, the other input of which receives electrical energy from a tidal-wind pumped-storage power plant and/or from an electric generator of a thermal power plant station, the equipment of which is powered from the hydrogen output of the high-temperature electrolysis device, and one of the inputs of the thermal energy generator of the thermal power plant is connected through plasma torches to the output of the tidal-wind pumped-storage power plant, which is also connected to the input of the electromembrane filtration of purified water.

EFFECT: hydrogen produced at the proposed energy technology complex can be green, blue and/or grey and has a level of carbon footprint, depending on what type of primary (initial) energy is used to produce hydrogen,

as well as on technologies and equipment for the generated heat and electricity.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

RU 2794120 C1

RU 2794120 C1

Предлагаемое изобретение относится к электроэнергетике, в частности к гибридным электростанциям, и может быть использовано для производства электрической энергии и электролизного водорода с помощью экологически чистых возобновляемых источников энергии в виде морских приливов-отливов, энергии ветра и гидроэлектрической генерации в комбинации с технологиями традиционной тепловой энергетики.

Известны и широко применяются традиционные тепловые, гидроаккумулирующие электрические станции (ГАЭС) различной мощности и ветряные установки - ветряные парки (ВЭС), строительство и эксплуатация которых приурочено к местам, где имеются подходящие для этого места и окружающие условия. Ведутся также работы и по расширению области использования приливных электрических станций (ПЭС) на основе большого энергетического потенциала явлений приливов-отливов.

Известна электролитическая ячейка для генерации чистого водорода из природного углеводородного топлива [RU 2734310, 14.02.2020 С25В 1/10], содержащая протонпроводящий керамический электролит и слои электродов из того же материала с добавкой никеля, в которой электролит и электроды выполнены на основе скандата лантана, допированного стронцием. К числу недостатков известного аналогичного решения относится ориентация его только на природный углеводородосодержащий газ в качестве исходного сырья для получения чистого водорода и необходимость применения дорогостоящих электролитов и редкоземельных материалов катализаторов для изготовления электродов электролитической ячейки.

Из уровня техники известны гибридные тригенерационные энергетические комплексы, использующие возобновляемые источники солнечной и ветровой (ветряной) энергии и включающие производство с накоплением энергии, процесс теплового нагрева и/или охлаждения с помощью встроенных в теплообменный контур компонентов, установленных для распределенной генерации при автономном энергоснабжении [RU 2732932, 24.09.2020 F03B 13/00]. К недостаткам известных гибридных энергетических комплексов тригенерации относится непостоянство и низкий уровень производства и накопления электрической энергии в пределах суточного цикла, включая и более длительные промежутки времени.

Известна низконапорная ортогональная турбина [RU 2391554, 05.02.2009 F03B 3/00], предназначенная для применения на приливных и низконапорных речных гидроэлектростанциях, а также на волновых электростанциях и ветроэлектростанциях с концентраторами ветряной энергии. Ортогональная турбина включает ротор с лопастями крыловидного профиля, который установлен поперек проточной камеры. Главным недостатком известной турбины является достаточно низкий коэффициент полезного действия (порядка 0,6-0,7) при значительных габаритных размерах.

Известна подводная приливная электростанция [RU 2579283, 15.04.2016 F03B 13/26], включающая гидротурбину лопастного типа и электрического генератора, размещенных в герметичном корпусе, а также преобразователь частоты, размещенный на берегу и через который он электрическим кабелем связан с генератором электрической энергии. Недостатки аналога (прототипа) заключаются в достаточно низкой единичной мощности гидротурбины, необходимости использования большого их количества при создании приливных электростанций большой мощности, что ведет к большой стоимости электростанций и высокой себестоимости вырабатываемой на них электрической энергии. Кроме того, при этом не обеспечиваются возможности комбинированного использования других

первичных источников экологически чистой возобновляемой энергии, в частности, ветряной и гидроаккумулирующей генерации. Наиболее близким аналогом к предлагаемому изобретению является устройство для электролиза воды [RU 2730288, 21.08.2020 C25B 1/10] (прототип), содержащее корпус и электролитическую ячейку с ионообменной мембраной, расположенную между катодом и анодом, резервуар воды с предварительным ее нагревом, а также контрольно- измерительные и управляющие блоки для непрерывного получения и отвода водорода и кислорода в ходе процесса электролиза воды. К недостаткам известного аналогичного решения (прототипа) относится то, что в нем совсем не обеспечивается требуемая при электролизе высокая степень очистки (опреснения) исходной воды от солей примесных компонентов, а процесс электролиза (разложения) воды осуществляется при относительно низких температурах, что в конечном итоге отрицательно сказывается на энергоэффективности и производительности устройства. В этом решении к тому же совсем не рассматривается и не решены вопросы получения, а также экологически чистого и эффективного использования первичной энергии, расходуемой на выработку электрической энергии, необходимой для работы устройства электролиза воды.

Существенным признаком предлагаемого энерготехнологического комплекса, совпадающим с признаками аналога (прототипа), является использование электролиза воды в электролитической ячейке с ионообменной мембраной, расположенной между катодом и анодом, для производства чистого водорода.

Целью (задачей) предлагаемого изобретения является снижение себестоимости производства чистого водорода за счет использования возобновляемых источников и оборудования для выработки электрической энергии (ВИЭ) в комбинации с традиционными технологиями ее получения, при одновременном обеспечении возможности применения в процессе получения водорода более дешевых и доступных источников первичной энергии, а также ресурсов исходной воды для ее электролиза. Достижение технического результата обеспечивается существенными отличительными признаками, заключающимися в том, что электролиз деионизированной воды производится из обессоленной (очищенной) воды в условиях высокой температуры водяного пара путем его генерации за счет широкодоступных источников первичной энергии традиционной энергетики, а электрическая мембранная деионизация очищенной воды и последующий подогрев вырабатываемого из нее пара до высокой температуры осуществляется электрическим путем с использованием электроэнергии, вырабатываемой на приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции за счет возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Предлагаемое изобретение изображено и поясняется иллюстрацией, представленной на фиг. 1, где показаны: 1 - теплоэлектрическая станция традиционной тепловой энергетики; 2 - приливно-ветряная гидроаккумулирующая электрическая станция; 3 - генератор тепловой энергии в виде парового или водогрейного котла, камера сгорания газотурбинной или газопоршневой энергоустановки»; 4 - преобразователь тепловой энергии в механическую энергию; 5 - электрический генератор; 6 - первичный энергоноситель (топливо); 7 - питательная вода для выработки промежуточного рабочего тела - водяного пара или горячей воды носителя тепловой энергии; 8 - устройство обессоливания (опреснения) и деионизации воды; 9 - исходная вода для выработки рабочего тела устройства электрической конверсии воды в смесь водорода и кислорода; 10 - дистилляционный опреснитель исходной воды; 11 - установка электромембранной (электродиализной) фильтрации очищенной воды; 12 - паропровод (тракт) передачи тепловой энергии; 13 - парогенераторный подогреватель деионизированной (очищенной) воды; 14 -

электрический высокотемпературный нагреватель низкопотенциального пара очищенной воды; 15 - электрические линии подачи (выдачи) электроэнергии от возобновляемых источников энергии; 16 - тракт высокотемпературного пара деионизированной очищенной воды; 17 - устройство высокотемпературного электролиза водяного пара (электролизер); 18 - тракт (канал) выдачи водорода; 19 - тракт (канал) отвода кислорода; 20 - плазмотроны розжига и стабилизации горения исходного топлива; 21 - электрические линии подачи электроэнергии от традиционной теплоэлектрической станции; 22 - конструктивно-технологический контур-параметр традиционной теплоэлектрической станции. Предлагаемый энерготехнологический комплекс выполнен в виде двух как бы автономных электрических станций, а именно в виде существующей или вновь создаваемой традиционной тепловой электрической станции (ТЭЦ) 1 и приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции (ПВГАЭС) 2. Традиционная ТЭЦ 1, например, с простейшим паросиловым (паротурбинным) циклом преобразования энергии имеет генератор тепловой энергии в виде парового или водогрейного котла 3, а также преобразователь тепловой энергии в механическую энергию (паровую турбину) 4 с электрическим генератором 5. Для преобразования химической энергии топлива 6 в котел подается одновременно и питательная вода 7. Вырабатываемые здесь тепловая и электрическая энергии поступают соответственно на один из входов устройства обессоливания (опреснения) и деионизации воды 8, на другой вход которого поступает и исходная вода 9 для выработки рабочего тела устройства электрической конверсии воды в смесь водорода и кислорода. Устройство опреснения воды 8 содержит и установку электромембранной (электродиализной) фильтрации очищенной воды 11. Тепловая энергия от котла (генератора) 3 на дистилляционный опреснитель исходной воды 10 устройства опреснения воды 8 подается по паропроводу (тракту) передачи тепловой энергии 12. Выход устройства обессоливания (опреснения) и деионизации воды 8 соединен с одним из входов парогенераторного подогревателя деионизированной (очищенной) воды 13, на другой вход которого поступает по паропроводу (тракту) 12 и тепловая энергия от котла (генератора) 3. Традиционная ТЭЦ 1 снабжена также электрическим высокотемпературным нагревателем низкопотенциального пара очищенной воды 14, подключенным к выходу парогенераторного подогревателя деионизированной (очищенной) воды 13, а другой вход подогревателя 14 соединен электрической линией подачи (выдачи) электроэнергии 15 от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции 2. На ТЭЦ 1 к электрическому подогревателю 15 с помощью тракта высокотемпературного пара деионизированной очищенной воды 16 подключается также устройство высокотемпературного электролиза водяного пара (электролизер) 17, имеющий водородный 18 и кислородный 19 выходы (каналы) для выдачи, включая и собственные нужды энерготехнологического комплекса, продуктов высокотемпературного электролиза водяного пара в виде чистого водорода и кислорода. Кроме того, традиционная ТЭЦ 1 снабжается также плазмотронами 20, которые запитываются по электрическим линиям 15 от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции 2. Энергия плазмотронов 20 используется для розжига и стабилизации горения топлива (при необходимости) в генераторе (котле) 3. Далее, вход установки электромембранной (электродиализной) фильтрации очищенной воды 11 устройства обессоливания (опреснения) и деионизации воды 8 подключен к электрической линии подачи (выдачи) электроэнергии 15 от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции 2, а электролизер 17 с целью резервирования соединен электрической линией подачи электроэнергии 21 с

электрическим генератором 5 от традиционной теплоэлектрической станции 1. В предлагаемом энерготехнологическом комплексе традиционные ТЭЦ могут иметь различные конструктивно-технологические и другие особенности и отличия в исполнении (большие, мини, стационарные или мобильные, наземные или плавучие и т.д.), что 5 отмечается на фигуре 1 конструктивно-технологическим контур-параметром, показанным позицией 22.

Работа предлагаемого энерготехнологического комплекса в целом ясна из вышеизложенного и не требует дальнейшей детализации, поскольку базируется на достаточно апробированных и освоенных физико-химических процессах и технико- 10 технологических решениях. В качестве существенных дополнений при этом следует привести только несколько следующих замечаний. Во-первых, несмотря на то, что сегодня объемы производства электролизного водорода в мировой энергетике в настоящее время составляют всего лишь несколько процентов от его мирового производства, именно электролиз высокотемпературного водяного пара считается 15 наиболее перспективным направлением в развитии водородной энергетики. Это обусловлено тем, что переход к более широкому использованию возобновляемых источников энергии при производстве электрической энергии становится все более востребованным, как и тем обстоятельством, что водород уже и так достаточно широко используется на традиционных теплоэнергетических станциях, в частности, в системах 20 водородного охлаждения электрических генераторов. Во-вторых, важнейшей составляющей предлагаемого энерготехнологического комплекса является приливно-ветряная гидроаккумулирующая электрическая станция (ПВГАЭС), которая во многом является привязанной к тем местам на морских акваториях, где имеют место заметные (судя по высоте приливных волн) проявления приливов-отливов. Поэтому 25 представляется, что в качестве исходной воды для высокотемпературного электролиза наиболее целесообразно использовать саму морскую воду с принятыми в предлагаемом энерготехнологическом комплексе техническими решениями, описанными выше. В-третьих, в работе предлагаемого энерготехнологического комплекса используется электродеионизация, являющаяся непрерывным процессом деминерализации воды с 30 использованием ионообменных смол, ионселективных мембран и постоянного электрического поля. Это безреагентная, практически бессточная и малогабаритная технология получения высокоочищенной воды электрическим сопротивлением свыше 10 МОм/см, что является решающим как с точки зрения электролиза при получении водорода, так и с позиций функционирования такого важного и достаточно сложного 35 предлагаемого энерготехнологического комплекса.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является то, что вырабатываемый водород на предлагаемом энерготехнологическом комплексе может быть зеленым, голубым и/или серым и иметь тот или иной уровень углеродного следа в зависимости от того какого вида первичная (исходная) энергия будет использоваться 40 для производства водорода, а также от технологий и оборудования для генерируемой при этом тепловой и электрической энергии. В ряде случаев по условиям рыночной конъюнктуры и некоторым другим обстоятельствам, например, исходя из условий применения и требований дислокации энерготехнологического комплекса, может оказаться целесообразным чтобы и его теплогенерирующее оборудование полностью 45 работало на производимом водороде. Для этого генератор тепловой энергии 3 традиционной теплоэлектрической станции 1 выполняется в виде водородной газотурбинной, газопоршневой энергоустановки, включая даже и в виде энергоустановки на водородных топливных элементах.

Предлагаемый энерготехнологический комплекс обеспечивает производство электроэнергии и чистого водорода с использованием возобновляемых источников энергии и возможности получения существенных коммерческих результатов при интенсивно формирующемся в мире глобальном энергопереходе к малоуглеродной и
5 зеленой энергетике.

Использованные источники

1. Патент РФ №2730288 от 21.08.2020 г. Электролитическая ячейка для генерации чистого водорода из природного углеводородного топлива. - Патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
10 высокотемпературной электрохимии Уральского отделения Российской академии наук (RU) / Авторы: Ананьев М.В., Кузьмин А.В., Осинкин Д.А., Тропин Е.С., Строева А.Ю., Фарленков А.С., Власов М.И., Лесничева А.С., Плеханов М.С., Солодянкина Д.М., Иванов А.В.
2. Патент РФ №2391554 от 05.02.2009 г. Низконапорная ортогональная турбина. - Патентообладатели: Историк Борис Львович (RU), Шполянский Юлий Борисович (RU)
15 / Авторы: Историк Б.Л., Шполянский Ю.Б.
3. Патент РФ №2579283 от 15.04.2016 г. Подводная приливная электростанция. - Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-производственное объединение "Санкт-Петербургская электротехническая компания"
20 (RU) / Авторы: Народицкис Александре, Кириллов Н.Г., Зинкевич И.Н.
4. Патент РФ №2732943 от 24.09.2020 г. Тригенерационный энергетический комплекс. - Патентообладатель: ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ" (RU) / Авторы: Волков А.В., Парыгин А.Г., Рыженков А.В., Дружинин А.А.
5. Патент РФ №2734310 от 14.02.2020 г. Устройство для электролиза воды. - Патентообладатель: ЛИНЬ ХСИН-ЮЙНГ (CN) / Автор: ЛИНЬ ХСИН-ЮЙНГ (CN)
25 (прототип).

(57) Формула изобретения

Энерготехнологический комплекс производства электролизного водорода,
30 содержащий теплоэлектрическую станцию традиционной тепловой энергетике, приливно-ветряную гидроаккумулирующую электрическую станцию и устройство высокотемпературного электролиза водяного пара - электролизер, отличающийся тем, что комплекс снабжен устройством обессоливания и деионизации исходной воды, включающим дистилляционный опреснитель с установкой электромембранной
35 фильтрации очищенной воды, выход которой подается на один из входов парогенераторного подогревателя, соединенного другим входом с выходом генератора тепловой энергии традиционной теплоэлектрической станции, выход установки электромембранной фильтрации очищенной воды соединен с одним из входов электрического высокотемпературного нагревателя низкопотенциального пара
40 деионизированной очищенной воды, на другой вход которого подается электрическая энергия от приливно-ветряной гидроаккумулирующей электрической станции, выход электрического высокотемпературного нагревателя соединен с одним из входов устройства высокотемпературного электролиза водяного пара, на другой вход которого поступает электрическая энергия от приливно-ветряной гидроаккумулирующей
45 электрической станции и/или от электрического генератора теплоэлектрической станции, оборудование которой запитывается от водородного выхода устройства высокотемпературного электролиза, а один из входов генератора тепловой энергии тепловой электрической станции через плазмотроны подключен к выходу приливно-

ветряной гидроаккумулирующей электрической станции, соединенному также и со входом установки электромембранной фильтрации очищенной воды.

5

10

15

20

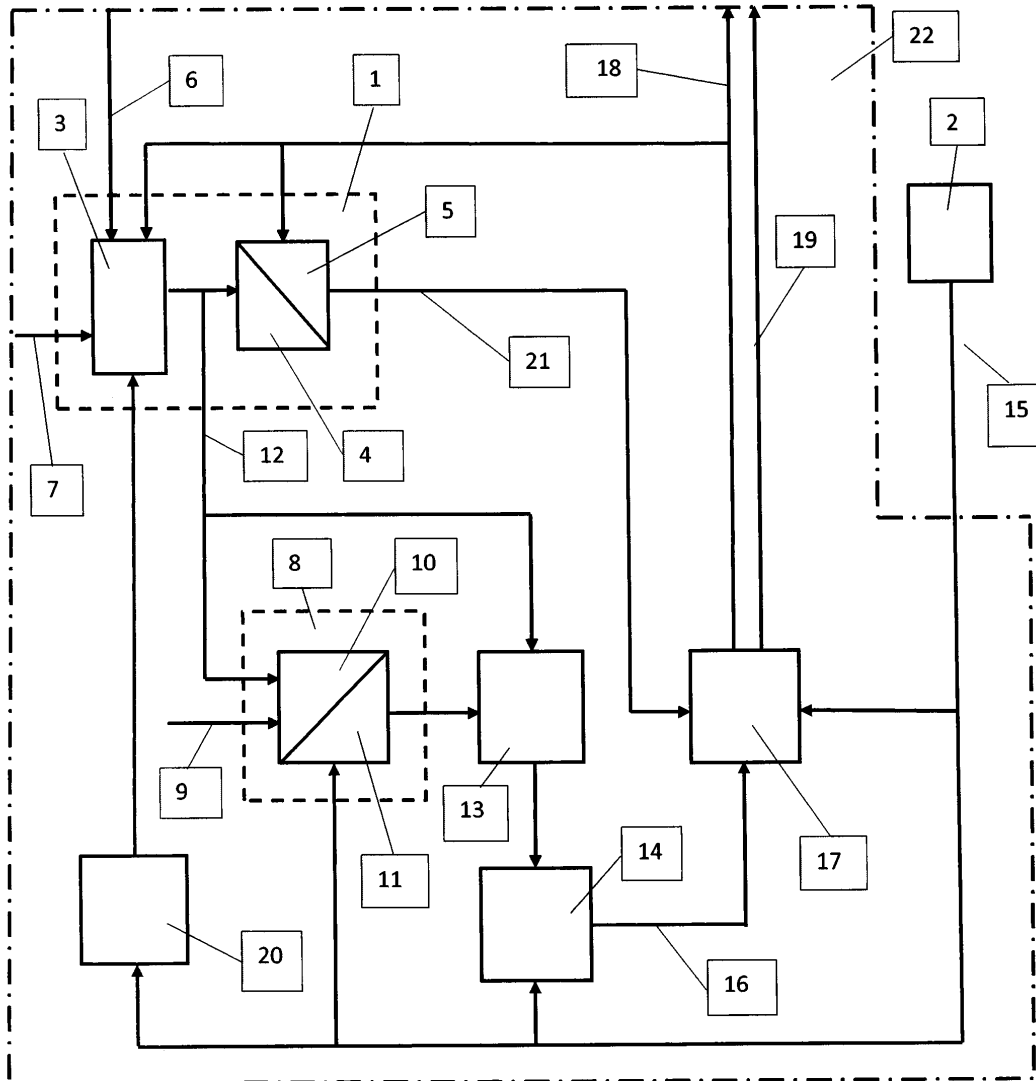
25

30

35

40

45



Фиг. 1