



ЗАЯВКА ЗА ПАТЕНТ
ЗА
ИЗОБРЕТЕНИЕ

(51) Int.Cl.

C 01 B 3/00

C 25 B 1/04 (2006.001)

ПАТЕНТНО ВЕДОМСТВО

(21) Заявителски № 113360

(22) Заявено на 29.04.2021

(24) Начало на действие
на патента от:

Приоритетни данни

(41) Публикувана заявка в
бюлетин № 11.1 на 15.11.2022

(56) Информационни източници:

(62) рег. №

(71) Заявител(и):

Валери Тодоров Хамер, София, бул. "Янко
Сакъзов" 30, ет. 3, ап. 12Емил Стефанов Миланов, София, ж.к.
"Гоце Делчев" 238, вх. К, ет. 5, ап.177Тервел Лазаров Чакъров, гр.София, ул.
"Крайречна" 2

(72) Изобретател(и):

Емил Стефанов Миланов; Тервел Лазаров
Чакъров; Валери Тодоров Хамер(74) Представител по индустриална
собственост:

(86) № на РСТ заявка:

(87) № и дата на РСТ публикация:

(54) МЕТОД И ИНСТАЛАЦИЯ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ВОДОРОД И ПРЕЧИСТВАНЕ ОТ СЕРОВОДОРОД НА МОРСКИ ВОДИ

(57) Методът и инсталацията използват възобновяем енергиен източник, който се явява и биологична отрова, разтворена в морската вода - сероводород. При работата си те пречистват морската вода, като не отделят вредни емисии във водата, или въздуха. Производството на водород се извършва директно в подводни електролизьори. В тях се създава принудително воден поток с относително голям дебит на водата в придънния морски слой, която е замърсена със сероводород и се довежда до активната им зона за високоефективна каталитична електролиза на сероводород във воден разтвор. На изхода на електролизьорите излиза поток пречистена вода и се подава водородно гориво към автономна крайбрежна централа за производство на водород по положени по дъното на морето подводни тръби. В централата водородното гориво се складира в надежден подводен и подземен промишлен резервоар. Част от добитото водородно гориво захранва крайбрежна електроцентрала на водород от типа на горивни клетки, или с турбина, а друга част може да се пласира за потребление посредством зарядна станция на водород. В електролизьорите се използва аноден катализатор, а в процеса се отделя чист водород, без замърсявания със сероводород и елементарна сяра в твърдо неразтворимо във водата състояние, която се утаява в придънния морски слой. Инсталацията е способна в енергийно отношение да работи автономно и екологично без необходимост от външно електрозахранване, или външни горива.

5 претенции, 3 фигури

Метод и инсталация за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води

Област на техниката

Методът и инсталацията за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води конкретно касае Черноморския басейн. Сферите на приложение са зелена енергетика и горива, екология и пречистване на околната среда, автономни и непрекъсваеми източници на енергия и на гориво без въглеродни емисии .

Предшестващо състояние на техниката

Известен е метод и инсталация за директен добив на електроенергия от придънна морска вода, съдържаща сулфиди /1/. Тази инсталация е проектирана за монтаж на морски платформи, което я прави ненадеждна при морски бури и вълнения, също така е и ненадежден транспорта на електроенергия, или на вторично добития водород чрез електролиза на вода през морските пространства. Недостатък е също така, че обикновено при електролизата на вода за производство на водород се губи част от добитата електроенергия и процесът е с кпд. обикновено между 50 и 60 %. Известен недостатък е и това, че в морската вода се връщат сулфати, което отново е замърсител на водата, но с по-слабо вредно действие над биосферата от сероводорода, който се намира на дълбочина под 100м от морското равнище в Черно море под формата на сулфиди.

Известен е и метод за пречистване на водоеми от

сероводород / 2 /, който използва разлагане на вода до водород и кислород за създаване на процес на аеролифтинг на сероводорода от придънните слоеве с последваща електролиза на сероводорода на повърхността за добиване на допълнително количество водород. Предполага се тралене от плавателен съд на вертикален тръбопровод в който са вградени и електродите за разлагане на водата. Предимство на системата е процеса на издигане на сероводорода до обработващата го инсталация без водни помпи. В ресивър сероводорода се отделя от водата. Водата се стича във водоема обратно, а сероводорода се подава с компресор към електролизьор, където отначало се съгъстява, а след това се разлага на водород и сяра. Полученият водород частично се използва за съгъстяване и разлагане на сероводорода, а част в качеството си на екологично чисто гориво, което означава че процесът от енергетична гледна точка може да бъде автономен и не изисква външна енергия. Недостатък на използвания метод е относително малък дебит от сероводород , който може да се качи до обработващата го на повърхността инсталация с метода на лифтинг и малък обем на обработените води , богати на сероводород в придънния слой за единица време , което може да бъде и основния параметър за оценка на ефективността на една инсталация за пречистване на тези води и за добив от тях на водородно гориво.

Известен е и каталитичен електролизьор на сероводород, който ползва високоефективна и максимално енергетично изгодна електролиза на сероводород при стайни температури до елементарна сяра и водород с аноден катализатор на много пониска себестойност от платинови катализатори и с двойно по-висока ефективност на процеса в сравнение с прилагане на

платина , който е описан в научна статия /2/. В статията се предлага CoNi катализатор с нанозърнеста структура , който представлява такива зърна, обвити с графенови слоеве и е разкрита технологията за получаването на катализатора. Каталитичния процес се осъществява в разтвор на воден електролит при стайна температура. Недостатък е , че в статията се мисли и говори за пречистване на промишлени газове, а не за пречистване на воден басейн и за промишлен процес на добив на големи количества водород.

Техническа същност на изобретението

Основният проблем, който решава настоящето изобретение е създаването на метод и на такива инсталации за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води, които да са способни ефективно да обработват относително големи обеми морска вода богата на сероводород от придънния слой за единица време с минимални необходими за това енергийни разходи. Предложения метод и инсталация са способни ефективно да пречистват водата в морето и да извличат водородно гориво от замърсяващия я сероводород. Също така методът и разкритата промишлена инсталация, която го ползва могат да бъдат максимално надеждни по отношение на транспорт, логистика и съхранение на горивото, напълно независими от влиянието на различни природни условия като морски бури, вълнения и прибои , както и да осъществяват производствен процес максимално благоприятен за подобряване екологията на морето и околната среда на човека.

Съгласно изобретението методът за производство на

водород и пречистване от сероводород на морски води включва процесът, че от една крайбрежна автономна централа за производство на водород и електроенергия се подава електроенергия за подводна високоефективна каталитична електролиза на сероводорода, разтворен в морската вода. Този процес води до продукти на разлагане на сероводорода като водород във формата на газ и сяра под формата на прах в твърдо неразтворимо състояние, която ляга на дъното на морето като неорганична утайка . Тези процеси се провеждат в специализирани подводни електролизьори. За целта в електролизьорите принудително се придвижва вода от придънния слой морска вода до зоната на електролиза, като добития водород се отвежда по подводни тръби, разположени по релефа на дъното на водния басейн и тези тръби пренасят водорода до централата за допълнителна обработка и складиране. Сярата при това под формата на твърдо вещество се утаява в придънния слой . Неорганичната сяра нанася далеч по-малки вреди на живите организми в морето от разтворимия във водата и силно токсичен сероводород. При това тя се концентрира като утайка само в придънния слой. Храна е за някои видове анаеробни бактерии, способна е да действа като неорганичен тор за растенията , ако някои морски течения примерно я отнесат в по-голяма близост до крайбрежието . Доказателство за това е и бурния живот, който го има край някои вулканични острови с наноси от сяра по дъното в зоната на южните морета.

Един подводен електролизьор на сероводород притежава корпус, който по формата си наподобява проходна тръба примерно с паралепипедна форма. Тя се разполага в пространството в хоризонтално направление по релефа на дъното

на водния басейн, където е стъпил електролизьора . Едната й страна притежава входящо за потока вода отверстие с кръгло сечение, към което са монтирани електромотор с хидравлична перка. Това може да осигури ефективния пренос на големи обеми вода за единица време през електролизьора.

Във вътрешността на корпуса на електролизьора са разположени във вертикална компоновка редуващи се катодни и анодни ламели , които и представляват електродите на електролизьора и в тази си форма предоставят максимална площ за реакцията на разлагане на сероводорода, като я правят максимално ефективна и същевременно осигуряват бърз ламинарен поток на водата в зоната на реакция, с максимален дебит за единица време, което се явява съществено предимството на такава геометрия на електродите. Анодните ламели съдържат също така катализатор за високоефективна електролиза на сероводород във воден разтвор. На подходящо място в близост до зоната на ламелите е монтиран генератор на ултразвук , който спомага за почистване на анодните електроди от натрупана сяра по тях и предвратява същественото падане на ефективността на процеса на електролиза по тази причина при по-продължителна работа на устройството, което е предимство на такава конструкция.

Основно и съществено предимство на инсталацията се явява, също така че нанесения катализатор над анодните електроди и ефективния каталитичен процес на разлагане на сероводорода , разтворен във водна среда под налягане създава възможност, която се и ползва в инсталацията за директно получаване на чист водород без никакви примеси от сероводород,

което е невъзможно да се получи, ако водата се изнесе за обработка извън морския басейн и се налага да се преминава през обработка на сероводорода през газова фаза. Самата газова среда от сероводород в много и в почти всички варианти на възможна електролиза тогава предполага остатъчно съдържание на сероводород в произведения газ водород. Това съдържание е много вредно, примерно поради ефекта на „отравяне“ и повреждане на горивните клетки от такъв замърсен водород с остатъчен сероводород .

Над корпуса на хоризонталната тръба на електролизьора е херметично присъединена камбановидната конструкция на ресивер на мехурчетата водород . Във вътрешността на ресивера е разположен сензор за налягането и сензор за нивото на образувания при функционирането на инсталацията газов мехур от водород. Към изхода на ресивера на мехурчетата водород е заустен първи електрически управляем газов вентил , който е свързан и към електрическата система на електролизьора, а на изходът му е присъединен входа на тръбен разклонител, като на един изход на разклонителя се присъединява втори електрически управляем газов вентил, свързан също към електрическата система на електролизьора, а на другия изход на разклонителя е присъединен входа на тръба за пренос на водород. Тази тръба се разполага по релефа на дъното на морския басейн и излиза посредством технология на наклонен сондаж през грунда на крайбрежието. Там края на тръбата за пренос на водород се съединява към системите на една автономна централа за производство на водород и електроенергия. Също така по трасето на тръбата за пренос на водород от крайбрежната автономна централа е присъединена и електрозахранващата

электролизьора линия с изолирани електропроводници, като в един вариант, тази електрозахранваща линия може да минава във вътрешността на тръбата за пренос на водород, а в друг вариант външно, но закрепена с подходящи крепежни елементи към тръбата за пренос. Така описаните конструкции и технически принципни решения осигуряват максимална надежност и безаварийната работа на системата за пренос на водород и електрозахранването на електролизьорите в екстремни природни условията на бури, морски вълнения и прибой .

Към линията на електрозахранване, съгласно изобретението е свързан електронен модул за автоматично управление на процесите в електролизьора и за кодиране/декодиране на сигнали които се предават по линията за електрозахранване, който модул се монтира в херметичен корпус. Към входовете на този модул електрически са свързани всички сензори на електролизьора, а на изхода на модула - електрически са свързани всички налични газовите вентили в устройството, също както и катодните и анодни ламели/електроди.

Също така на изхода на корпуса на електролизьора е монтирана решетка за преминаване на отработената вода , като във връхната си част електролизьорът има и един съединителен елемент, към който е присъединено стоманено въже, което е свързано в другия си край с шамандура на повърхността на морето .

Една крайбрежната автономна централа за производството на водород и електроенергия съгласно изобретението съдържа един или повече входни ресивъри на постъпващия в централата

водород. А един ресивер представлява сам по себе си херметически затворен съд. В този съд е разположен датчик на налягането и той съдържа един вход с вграден газов вентил, към който се присъединява изхода на тръбата за пренос на водород от морето. Той съдържа и два други вход/изхода с вградени вентили, като единия от тях се ползва за сервизни функции, а към изхода на другия вентил се присъединява входа на газова помпа. Към изхода на газовата помпа е присъединен входа на преносна тръба за водород, чийто изход води до входа на един подземен и подводен резервоар за водород. От своя страна към изходът на резервоара за водород е съединена преносна тръба към която е присъединен входа на газов разклонител с множество изходи, снабдени с вентили. Към два от тях посредством линии за пренос на водород са присъединени задължително поне два елемента – една зарядна станция за водород и поне една електроцентрала на водородно гориво от типа примерно с горивни клетки, или с турбина на водна пара, които ще ползват складираното водородно гориво .

В едно преференциално изпълнение на инсталацията за производство на водород от сероводород електролизаторът на сероводород е максимално ефективен и съдържа вграден аноден катализатор на електролизата , който представлява слой от наносплав кобалт-никел, капсуловани зърна с графенови слоеве, легирани с азот CoNi@NGs , който слой от наносплав е нанесен над анода на електролизатора, където се отлага елемента сяра. Тази конструкция на анода осигурява двойно по-висок добив на водород на катода в сравнение на прилагането на платинов катализатор при равни други условия и при по-ниска себестойност на описаната конструкция. Този оптимизиран

катализатор е способен също да поддържа анодна реакция със съответното реципрочно отделяне на водороден газ на катода при стайни температури във воден разтвор на електролит с разтворен под налягане в него сероводород при потенциал само от 0.25 V, което е с 1.24 V по-ниско напрежение от водната оксидираща реакция, която се генерира примерно в една водородна горивна клетка. Това вече е експериментално доказан факт в цитираната за този катализатор научна статия. Това гарантира автономната работа на цялата описана инсталация без никакъв друг външен източник на електроенергия и високия добив на водород, като само по-малко от една четвърт от добития водород ще бъде необходим да се използва за захранване на горивната клетка на водород за да се самоподдържа работата на инсталацията с електроенергия. Ако сравним тези процеси с пряко преобразуване на сулфиди в сулфати в съответна горивна клетка с генериране на ток и последваща електролиза на вода с КПД от порядъка на 50-60% , може да очакваме чувствително по-висок добив на водород за единица преработено количество сероводород (съответно сулфиди) в заявената инсталация за патентоване в сравнение с описаното предшестващо състояние на техниката в тази област. Друго предимство на заявената от нас инсталация при преференциално използване на CoNi@NGs аноден катализатор, който може да се прилага в конструкцията на електролизьора за инсталацията е това, че тя ще е способна в някои случаи да генерира значително превишаваща електрическа мощност над тази необходима за нейното автономно функциониране. Сега ако планирано намалим потока водород към резервоара и планирано използваме горивна клетка или електроцентрала с повишена мощност , като увеличим притока на водород към нея, тогава автономната крайбрежна инсталация ще

е способна да произведе значително повече допълнителна електроенергия над тази необходима за нейната работа и ще бъде способна да се включи в националната електрическа мрежа, или да се захранва с електроенергия автономно крайбрежни селища.

В едно също така преференциално изпълнение на полезния модел резервоарът на водород е вграден в земен изкоп, запълнен с вода и се намира на минимум 10 метра под водното равнище в изкопа. Резервоарът притежава на входящата си тръба един надводен и един подводен вентили, а също така на изходящата си тръба – също притежава надводен и подводен вентили. Такава конструкция на резервоара осигурява максимална защита на складираното промишлено количество водород при всякакви възможни експлозии, взривове и аварии на елементи от инсталацията за водород, или при аварии и взривове възникнали по други причини.

Накрая организацията и взаимодействие на устройствата и метода, описани в изобретението по схемата – множество източници на добив на водород в морето и множество точки за пречистване на придънния му слой които са свързани към една автономна централа за складиране на водород и производство на електроенергия създават условия максимално благоприятни за организация на логистика за транспорта на горива, същевременно и за подаване на съществено количество електроенергия в националната мрежа, непрекъсваемо, гъвкаво спрямо пазарните условия от една организация, при това при минимални необходими площи за разполагане на инсталациите на сушата.

Пояснение на приложените фигури

Фигура 1 представлява схематичен чертеж на един ефективен подводен електролизьор за производство на водород от сероводород

Фигура 2 представлява схематичен чертеж на една автономна крайбрежна централа за производство на водород и електроенергия

Фигура 3 представлява схематичен чертеж на резервоар за водород, който е монтиран под слой вода и под земята като част от една крайбрежна централа за производство на водород

Примерно изпълнение на изобретението

Методът за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води използва високоефективна каталитична електролиза на сероводорода, разтворен в морската вода до крайни продукти - водород и сяра, която се осъществява в специализирани подводни електролизьори. В тях принудително се придвижва вода от придънния слой морска вода до зоната на електролиза. Добитият водород се отвежда по подводни тръби, които са разположени по релефа на дъното на водния басейн и пренасят водорода до крайбрежна автономна централа за производство на водород и електроенергия и последват процеси на допълнителна обработка и складиране на водорода, а сярата под формата на твърдо вещество се утаява в придънния слой. Подводните електролизьори получават електроенергия и се управляват процесите им от крайбрежната централа.

Един ефективен подводен електролизьор за производство на водород от сероводород (фиг.1) се разполага на дъното на морския басейн в зони богати на сероводород. Той съдържа корпус на електролизьора 1, който представлява по форма си една проходна тръба - примерно с паралепипедна форма, която е разположена в пространството в хоризонтално направление по релефа на дъното на водния басейн, където е стъпил електролизьора. Едната страна на тази проходна тръба притежава входящо за потока вода отверстие 2 с кръгло сечение, с монтирани към него електромотор 3 с хидравлична перка 4., а във вътрешността на корпуса 1 на електролизьора са разположени във вертикална компоновка редуващи се катодни ламели 5.1, 5.2.....5.n с анодни ламели 6.1, 6.2.....6.n, които представляват електродите на електролизьора, като анодните ламели 6 съдържат и катализатор, способстващ за високоефективна електролиза на сероводород във воден разтвор. На подходящо избрано място в близост до зоната на ламелите 5... , 6.... е монтиран генератор на ултразвук 7. Също така над корпуса 1 на хоризонталната тръба на електролизьора е херметично присъединена камбановидната конструкция на ресивер на мехурчетата водород 8 във вътрешността на който е разположен сензор за налягането 9 и сензор за нивото 10 на образувания при функционирането на инсталацията газов мехур от водород. Към изхода на този ресивер на мехурчетата водород 8 е заустен първи електрически управляем газов вентил 11.1, който е свързан към електрическата система на електролизьора. На изхода на този вентил 11.1 е присъединен входа на тръбен разклонител 12. На един изход на разклонителя 12 се присъединява втори електрически управляем газов вентил 11.2, който е свързан към електрическата система на електролизьора , а на другия изход на

разклонителя 12 е присъединен входа на тръба за пренос на водород 13. Тази тръба 13 се разполага по релефа на дъното на морския басейн и излиза посредством технология на наклонен сондаж през грунда на крайбрежието , където края на тръбата за пренос на водород 13 се съединява към системите на една автономна централа за производство на водород и електроенергия. Също така по трасето на тръбата за пренос на водород 13 от крайбрежната автономна централа е присъединена и електрозахранваща електролизьора линия 14 с изолирани електропроводници. В един вариант, тази електрозахранваща линия може да минава във вътрешността на тръбата за пренос на водород 13, а в друг вариант може да минава външно, но да бъде закрепена с подходящи крепежни елементи към тръбата 13. Към линията на електрозахранване 14 също така се свързва електронен модул 15 за автоматично управление на процесите в електролизьора и за кодиране/декодиране на сигнали по линията за електрозахранване. Този модул 15 за автоматично управление се монтира в херметичен корпус, като към входове на модула 15 електрически са свързани сензорите 9 и 10, а на изхода на модула 15 електрически са свързани газовите вентили 11.1, 11.2, също така и катодните (5 ...) и анодни (6) ламели/електроди. На изхода на паралелепипедния корпус 1 на електролизьора е монтирана решетка 16 за преминаване на отработената вода. Във върхната си част електролизьорът има един съединителен елемент 17, към който е присъединено стоманено въже 18. Това въже 18 е свързано в другия си край с шамандура 19 .

Една крайбрежната автономна централа за производството на водород и електроенергия (фиг.2) съдържа един или повече входни ресивъри 20 на постъпващия в централата водород, като

един ресивер 20 представлява херметически затворен съд, в който е разположен датчик на налягането 21. Той съдържа вход с вграден газов вентил 22, към който се присъединява изхода на тръбата за пренос на водород 13 от морето, съдържа и два други вход/изхода с вградени вентили 23, 24. Единият от тях 24 се използва за сервисни функции, а към изхода на вентила 23 се присъединява входа на газова помпа 25. Към изхода на газовата помпа 25 се присъединява входа на преносна тръба 26 за водород, на чийто изход е присъединен входа на един подземен и подводен резервоар за водород 27. От своя страна към изхода на резервоара за водород 27 е съединена преносна тръба 28, към чийто изход е присъединен входа на газов разклонител 29. По множество изходи на газовия разклонител с вентили 30.1, 30.2.....30.n по линии за подаване на водород са присъединени задължително поне два елемента – зарядна станция за водород 31 и поне една електроцентрала на водородно гориво 32, която може да е от типа примерно с горивни клетки, или с турбина на водна пара, ползваща водородно гориво.

В едно преференциално изпълнение на изобретението електролизьорът на сероводород е максимално ефективен и притежава катализатор 33 на електролизата, който е нанесен над анодните ламели 6.1,6.2.... 6.n)на електролизьора и представлява сам по себе си в един възможен вариант специален слой от наносплав кобалт-никел, капсуловани зърна с графенови слоеве, легирани с азот CoNi@NGs .

В едно друго преференциално изпълнение на изобретението се ползва подземен и подводен резервоар. (фиг.3) Резервоарът на водород 27 се вгражда в земен изкоп 34, който се запълва с вода

35 и се монтира на минимум 10 метра под равнището на водата 35. На входящата си тръба той притежава един надводен 36 и един подводен 37 вентили. И на изходящата си тръба той притежава също така един надводен 38 и подводен 39 вентили. Така изпълнена, конструкцията на резервоара предлага ниво на максимална сигурност и безопасност на складираното гориво.

Действие на изобретението

Методът за производство на водород и пречистване от сероводород на морска вода се реализира като се ползват компоненти на инсталацията с морско и крайбрежно базиране. На първо място са специализираните подводни електролизьори , които директно се потапят в зони богати на сероводород и се доставят до тях с плавателен съд, като лягат на дъното на морето. Полагат се и тръби по релефа на морското дъно до предварително построена крайбрежна автономна централа за производство на водород и електроенергия и също така се осигурява електрозахранване на подводните електролизьори по линия с изолирани електропроводници. Производството на водород се извършва директно в подводните електролизьори. В тях се създава принудително воден поток с относително голям дебит на вода в придънния морски слой, която е замърсена със сероводород и се довежда до активната им зона за високоефективна електролиза. На изхода на електролизьорите излиза поток пречистена вода и се подава водородно гориво към автономната крайбрежна централа по положените тръби .

Преди запуска на цялата инсталация се налага продухване на положената на морското дъно тръба за пренос на водород 13 и

превръщането ѝ в газова. По-конкретно водата в тръба 13, която я запълва при полагането ѝ при първоначалното свързване на инсталацията трябва да се изхвърли от вътрешността ѝ. Тази технологична процедура се изпълнява по следния начин. От крайбрежната централа се подава командна последователност, предавана по електрозахранващата електролизьора линия 14 с изолирани електропроводници, която се дешифрира от електронния модул 15 за автоматично управление на процесите в електролизьора и кодиране/декодиране на сигнали по линията за електрозахранване и се изпълняват следните действия... Първият електрически управляем газов вентил 11.1 се затваря, а втория електрически управляем газов вентил 11.2 се отваря. Откъм крайбрежната автономна централа на ресивера 20 за постъпващ водород, вентилът при входа 22 се отваря, а вентилът 23 водещ към газовата помпа се затваря, вентилът за сервизни функции 24 се отваря и от входа/изхода, към който е присъединен се подава инертен газ – азот, или аргон с налягане по-голямо от отчетеното от сензора на налягането 9 при електролизьора (това налягане отговаря на налягането на водния стълб на мястото под водата, където е потопен електролизьора). Следи се налягането , което се повишава на постъпващия в тръбата 13 инертен газ , който избутва и изхвърля водата от тръбата 13 по датчика на налягането 21 , монтиран в ресивера 20 . Когато показанията на датчика на налягането 21, вграден в ресивера 20 се изравни с показанието на сензора на налягането 9 при електролизьора, това показвава , че от тръбата 13 вече е изхвърлена първоначално запълващата я вода през отворения втори газов вентил 11.2 и тогава го затваряме дистанционно по команда от крайбрежната централа . Сега вече може да отсъединим източника на инертен газ и през отворения вентил 24 при ресивера 20, запълващия инертен газ в тръбата 13

започва да изтича в атмосферата. Когато налягането му в тръбата 13 достигне предварително избран долен праг на налягането, което ще поддържа в тръбата 13 за пренос на водорода затваряме вентила за сервисни функции 24 при ресивера 20. Сега вече тръбата за пренос на водород 13 е влязла в работно състояние.

При работата на инсталацията за производство на водород от крайбрежната централа се подава електроенергия към подводните електролизьори с промишлена стойност на напрежението 220 V монофазно (или 360 V трифазно). При един подводен електролизьор показан на фиг.1, при постъпване на напрежението по линията за електрозахранване с изолирани електропроводници 14 електромоторът 3 с хидравлична перка 4 започва да работи и да пренася вода ,богата на сероводород във вътрешността на корпуса 1 на електролизьора, представляващ по формата си вид проходна тръба. Водният поток обтича ламинарно (без завихряния) вертикално разположените редуващи се ламели на катода 5.1,5.2 5.n и на анода 6.1,6.2 6.n , като анодните ламели съдържат катализатор за високоефективна електролиза на сероводород от воден разтвор. От електронния модул 15 за автоматично управление на процесите в електролизьора се подава оптималното напрежение към катодните и анодни ламели/електроди за протичане на електролизата, като на катодните ламели 5.1,5.2 5.n се отделят мехурчета водород, а на анодните ламели 6.1,6.2 6.n се отделя елементарна сяра в твърдо състояние. Елементарната сяра по принцип се натрупва по анода при такава електролиза и за да не затруднява и забавя процеса на електролиза такова натрупване, ултразвуковия генератор 7 периодически се включва от електронния модул 15,

когато се отчита в него намаляване на протичащия ток на електролиза и почиства електродите от такива наслоявания . Сярата във форма на твърдо агрегатно състояние е неразтворима във водата и излиза през изход на тръбовидния корпус 1 на електролизьора, утаявайки се гравитационно под формата на дънна утайка на дъното на водема (морето) . Мехурчетата водород отделяни на катодните електроди 5.1,5.2 5.n гравитационно се издигат във водата и се събират в един голям водороден мехур под дъното на ресивера 8 на мехурчетата водород с камбановидна конструкция. Налягането на водорода в големия водороден мехур под дъното на ресивера 8 е равно на налягането на водния стълб в мястото на потапяне на електролизьора плюс атмосферното налягане, което се отчита от сензор на налягането 9. Ресиверът на мехурчетата водород е затворен с първи електрически управляем газов вентил 11.1, който го разделя от газа намиращ се в тръбата за пренос на водород 13. Газовия вентил 11.1 периодично се отваря и затваря от електронния модул 15 за автоматично управление на процесите в електролизьора по данни на сензора 10 за нивото на образувания голям водороден мехур под дъното на ресивера 8 . Газовия вентил 11.1 разделя газ водород с пониско налягане, което се поддържа в тръбата за пренос на водород 13 в сравнение с налягането в големия водороден мехур под дъното на ресивера 8. Затова при всяко отваряне на вентила 11.1 имаме пренос на газ водород от електролизьора към тръбата за пренос 13, като постепенно налягането на газа водород в тръбата 13 се повишава. Това налягане на газа в тръбата 13 за пренос на водород се следи на входа на крайбрежната автономна централа показана на фиг.2 . По-точно налягането на постъпващия газ се отчита в обема на входен ресивер 20 на централата от датчик на налягането 21, разположен вътре в

затворения обем на този ресивер 20 . Когато това налягане достигне горна прагова стойност отваря се вентил 23 на ресивера 20 и газовата помпа 25 нагнетява газ водород в резервоара за водород 27 при крайбрежната централа. Този процес продължава докато се достигне долна технологична прагова стойност на налягането на газа водород в тръбата за пренос 13, отчетена от датчика на налягането 21. Тогава газовата помпа 25 спира своята работа и вентила 23 се затваря. Започва натрупване на газ водород в тръбата за пренос 13 и процесите се повтарят, всичките те управлявани от автоматика (непоказана в схемата на фиг.2) ,монтирана в крайбрежната централа . На изхода на крайбрежната централа имаме задължително зарядна станция на водород 31 и електроцентрала на водородно гориво 32 от типа с горивни клетки, или с турбина , които разпределят натрупаният запас от водород в резервоара 27 за нуждите на потреблението.

За максимален коефициент на полезно действие на описаната крайбрежна инсталация за производство на водород от сероводород и за да може системата да работи автономно ключови се явяват типа и ефективността на подводните електролизьори за разлагане на сероводород в нея, доколкото изобщо не е трудно да имаме като електроцентрала 32 в общата система една горивна клетка на водород с КПД от порядъка и над 80%. Най-ефективни електролизьори за воден разтвор със съдържание на сероводород се явяват тези с каталитична реакция, която в случая може да протича ефективно и при стайни температури. Такъв най-ефективен за разлагане на сероводород в настоящия момент е катализатор 33, който представлява слой от наносплав кобалт-никел, капсуловани зърна с графенови слоеве, легирани с азот , който слой се нанася над анода на

електролизьора.

Инсталацията се очаква освен задоволяване на нужди от горива и енергия, които може да се произвеждат автономно и непрекъснато да оказва и съществен екологичен ефект за пречистване на водите на Черно море и увеличаване на биологично активната зона на живот в него .

Литература

1. BG 66872 B1
2. RU2671724C1
3. *Energy Environ. Sci.*, 2020,13, 119-126 <https://doi.org/10.1039/C9EE03231B>

Патентни претенции

- √ 1. Метод за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води, характеризиращ се с това, че от крайбрежна автономна централа за производство на водород и електроенергия се подава електроенергия за подводна високоефективна каталитична електролиза на сероводорода, разтворен в морската вода до продукти водород и сяра в специализирани подводни електролизьори, в които принудително се придвижва вода от придънния слой морска вода до зоната на електролиза, като добития водород се отвежда по подводни тръби, които са разположени по релефа на дъното на водния басейн и пренасят водорода до централата за допълнителна обработка и складиране, а сярата под формата на твърдо вещество се утаява в придънния слой .

- √ 2. Инсталация за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води, характеризираща се с това , че включва в конструкцията си един, или повече подводни електролизьора на сероводород, разположени на дъното на морския басейн в зони богати на сероводород, които се състоят от корпус на електролизьора (1) , представляващ по формата си проходна тръба примерно с паралепипедна форма, разположена в пространството в хоризонтално направление по релефа на дъното на водния басейн, където е стъпил електролизьора , като от едната ѝ страна има входящо за потока вода отверстие (2) с кръгло

сечение, с монтирани към него електромотор (3) с хидравлична винт (4) , а във вътрешността на корпуса (1) на електролизьора са разположени във вертикална компановка редуващи се катодни ламели (5.1), (5.2)..... (5.n) с анодни ламели (6.1), (6.2).....(6.n) които представляват електродите на електролизьора, като анодните ламели (6) съдържат катализатор за високоефективна електролиза на сероводород във воден разтвор, като на подходящо място в близост до зоната на ламелите (5..) , (6..) е монтиран генератор на ултразвук (7), а също така над корпуса (1) на хоризонталната тръба на електролизьора е херметично присъединена камбановидната конструкция на ресивер на мехурчетата водород (8) във вътрешността на който е разположен сензор за налягането (9) и сензор за нивото (10) на образувания при функционирането на инсталацията газов мехур от водород , към изхода на който ресивер на мехурчетата водород (8) е заустен първи електрически управляем газов вентил (11.1) , свързан към електрическата система на електролизьора , а на изходът му е присъединен входа на тръбен разклонител (12), като на един изход на разклонителя (12) се присъединява втори електрически управляем газов вентил (11.2) , свързан към електрическата система на електролизьора , а на другия изход на разклонителя (12) е присъединен входа на тръба за пренос на водород (13) , която се разполага по релефа на дъното на морския басейн и излиза посредством технология на наклонен сондаж през грунда на крайбрежието , където края на тръбата за пренос на водород (13) се съединява към

системите на една автономна централа за производство на водород и електроенергия , както също така по трасето на тръбата за пренос на водород (13) от крайбрежната автономна централа е присъединена и електрозахранваща електролизьора линия (14) с изолирани електропроводници, като в един вариант, тази електрозахранваща линия може да минава във вътрешността на тръбата за пренос на водород (13), а в друг вариант външно, но закрепена с подходящи крепежни елементи към тръбата (13), а към линията на електрозахранване (14) също така е свързан електронен модул (15) за автоматично управление на процесите в електролизьора и за кодиране/декодиране на сигнали по линията за електрозахранване, който е монтиран в херметичен корпус, като към входове на модула (15) електрически са свързани сензорите (9) и (10), а на изхода на модула (15) електрически са свързани газовите вентили (11.1), (11.2), генератора на ултразвук (7), също както катодните (5 ...) и анодни (6 ...) ламели/електроди, също така на изхода на паралелепипедния корпус (1) на електролизьора е монтирана решетка (16) за преминаване на отработената вода , като във връхната си част електролизьора има и един съединителен елемент (17), към който е присъединено стоманено въже (18), което е свързано в другия си край с шамандура (19) .

3. Инсталация за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води, характеризираща се с това, че крайбрежната автономна централа за

производството на водород и електроенергия съдържа един или повече входни ресивъри (20) на постъпващия в централата водород, като един ресивер (20) представлява херметически затворен съд, в който е разположен датчик на налягането (21) и съдържа вход с вграден газов вентил (22), към който се присъединява изхода на тръбата за пренос на водород (13) от морето, съдържа и два други вход/изхода с вградени вентили (23),(24), като единия от тях (24) се ползва за сервизни функции, а към изхода на вентила (23) се присъединява входа на газова помпа (25), към изхода на която е присъединен входа на преносна тръба (26) за водород, на чийто изход е присъединен входа на един подземен и подводен резервоар за водород (27), а от своя страна към изходът на резервоара за водород (27) е съединена преносна тръба (28) , към чийто изход е присъединен входа на газов разклонител (29) , на чийто множество изходи с вентили (30.1), (30.2).....(30.n) по линии за подаване на водород са присъединени задължително поне два елемента – зарядна станция за водород (31) и поне една електроцентрала на водородно гориво (32) от типа примерно с горивни клетки, или с турбина на водна пара, ползваща водородно гориво.

4. Инсталация за производство на водород и пречистване от сероводород на морски води, съобразно патентни претенции 1 и 2, характеризираща се с това, че електролизаторът на сероводород е максимално ефективен и притежава катализатор (33) на електролизата, нанесен над анодните ламели (6.1),

(6.2)... (6.n) на електролизьора и представлява сам по себе си в един възможен вариант специален слой от наносплав кобалт-никел, капсуловани зърна с графенови слоеве, легирани с азот CoNi@NGs

5. Подземен и подводен резервоар съобразно патентна претенция 3 , характеризиращ се с това , че резервоарът на водород (27) е вграден в земен изкоп (34) , запълнен с вода (35) и е монтиран на минимум 10 метра под равнището на водата (35), като на входящата си тръба притежава един надводен (36) и един подводен (37) вентили , а също така на изходящата си тръба – също притежава надводен (38) и подводен (39) вентили, за осигуряване на максимална сигурност и безопасност на складираното гориво.

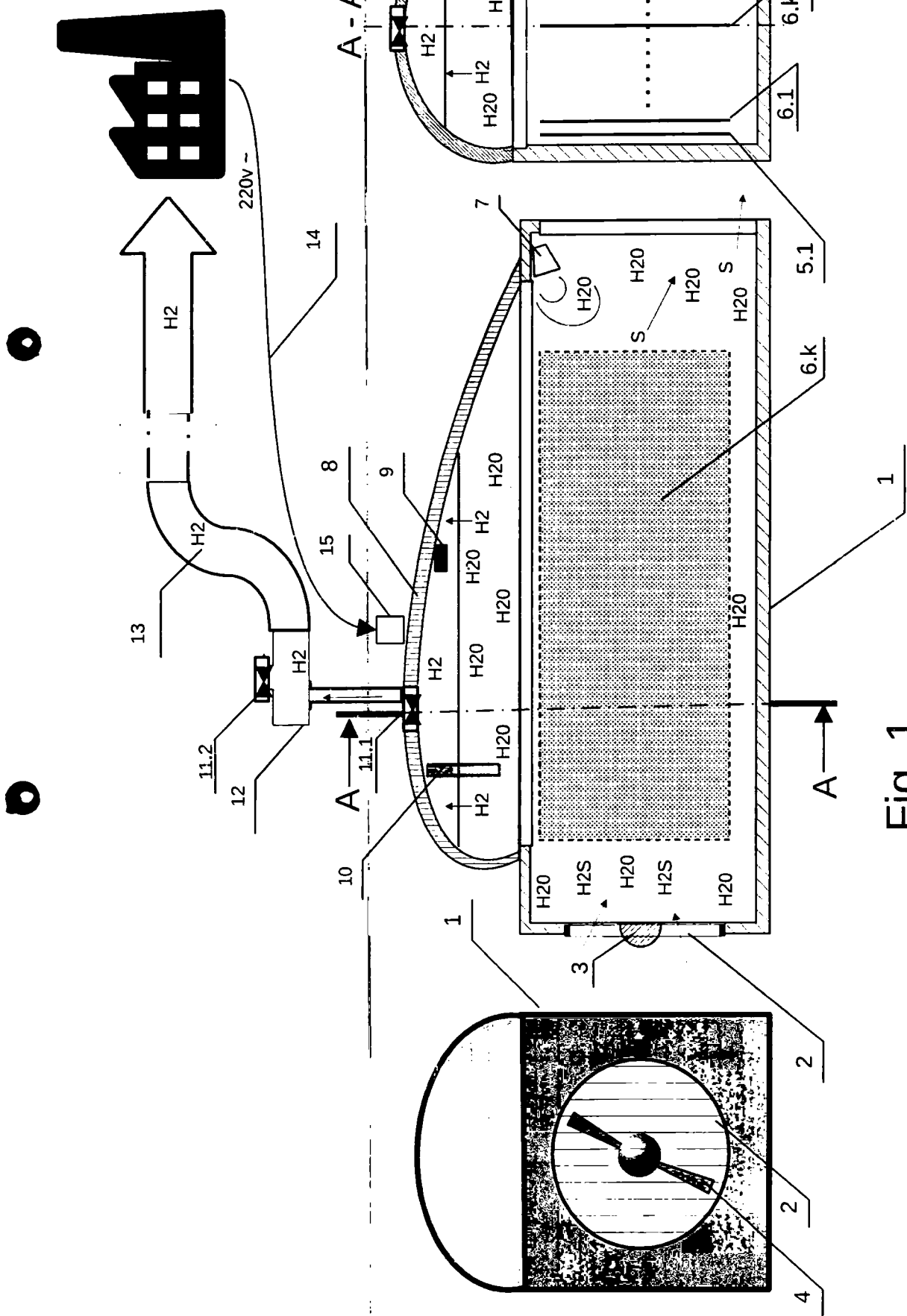


Fig. 1

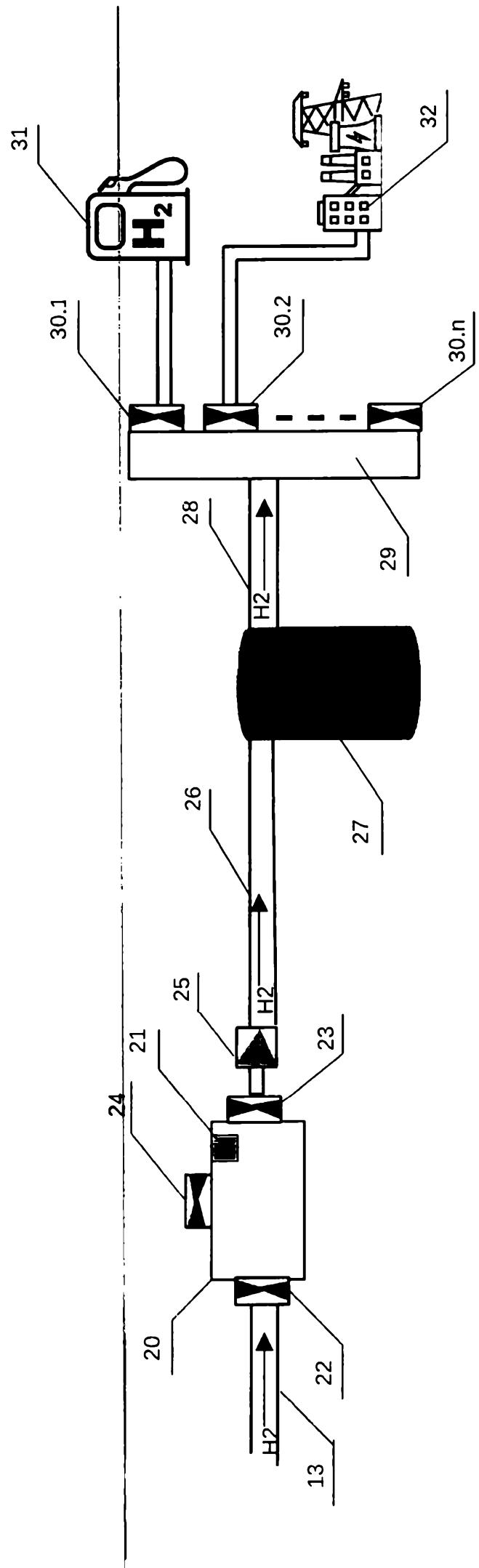


Fig. 2

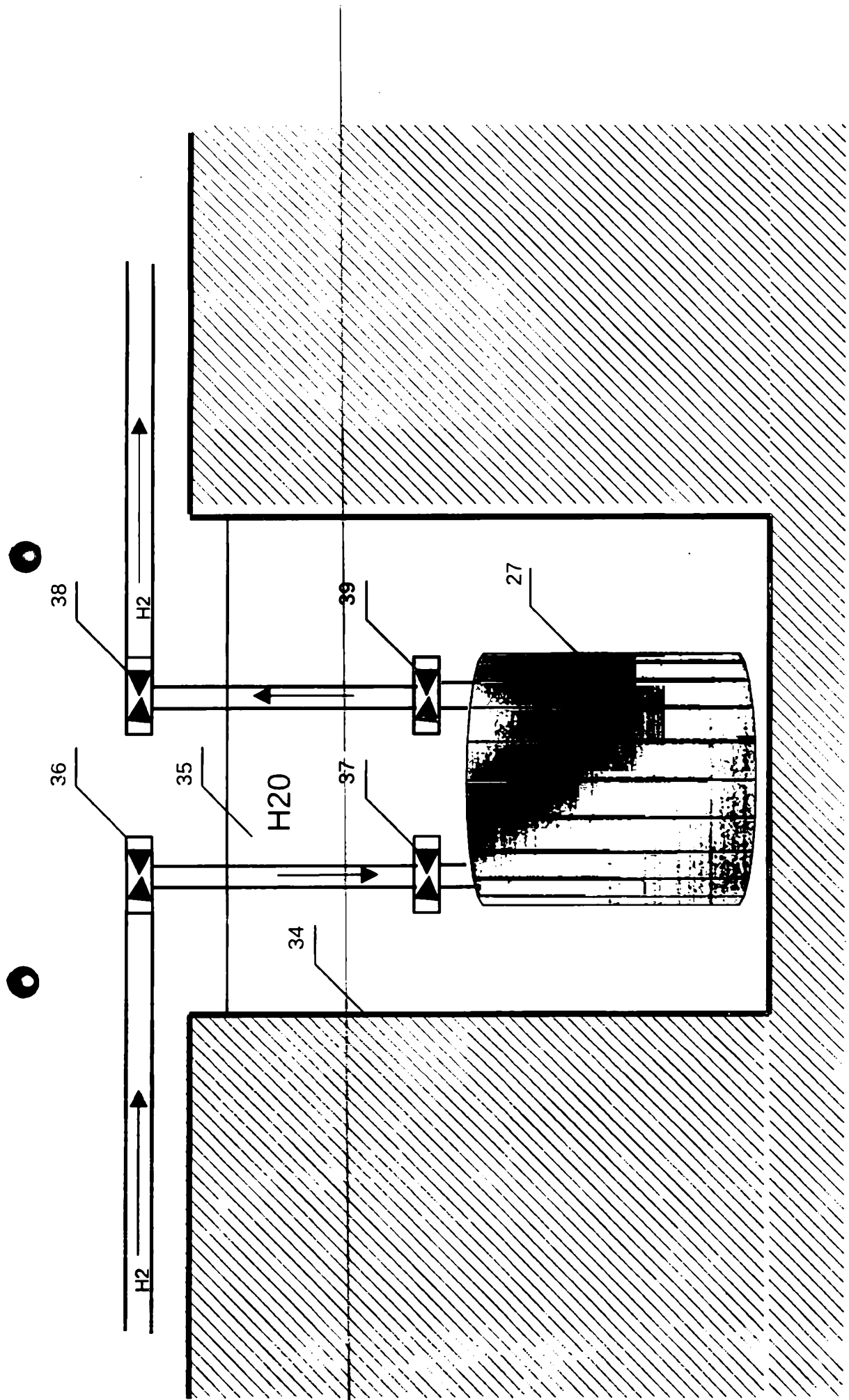


Fig.3