

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 242198 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **436444**

(22) Data zgłoszenia: **2020.12.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.06.27 BUP 26/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.01.30 WUP 05/2023**

(51) MKP:

**F24H 1/00** (2006.01)

**F22B 1/00** (2006.01)

**C25B 1/04** (2021.01)

**F23D 14/32** (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**SESCOM SPÓŁKA AKCYJNA, Gdańsk, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**SŁAWOMIR HALBRYT, Gdynia, PL**

**MAREK GOŁĘBIEWSKI, Rumia, PL**

**ANDRZEJ GOŁĘBIEWSKI, Rumia, PL**

(74) Pełnomocnik:

**Jacek Czabajski, Gdańsk, PL**

(54) Tytuł:

**Zespół wodorowego kotła grzewczego**

**PL 242198 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest zespół wodorowego kotła grzewczego zawierający kocioł grzewczy wraz z instalacją zasilania. W zespole wodorowego kotła grzewczego medium zasilającym są wodór i tlen.

Zespół wodorowego kotła grzewczego według wynalazku stanowi urządzenie o kontrolowanej konwersji energii chemicznej spalanego wodoru w tlenie na energię cieplną, zaś para wodna powstała w procesie spalania wodoru w tlenie pełni rolę nośnika ciepła. Rozwiązanie jest dedykowane dla sieci energetycznych typu power-to-gas, w których nadwyżka energii elektrycznej, pozyskanej z instalacji odnawialnych źródeł energii jest przekierowywana do celów generowania wodoru oraz tlenu w elektrolizerach. Zespół kotła grzewczego jest przeznaczony do wykorzystania także w miejscach pozbawionych dostępu do klasycznej sieci gazowej, bądź wszędzie tam, gdzie wymagane jest pozyskiwanie ciepła w sposób zeroemisyjny, bez wykorzystania paliw kopalnych.

Znanym rozwiązaniem zespołu kotła grzewczego opartego na technologii korzystającej z wodoru jest kocioł włoskiej firmy Giacomini (strona <https://www.giacomini.com/en/hydrogen-systems/h2hydrogem-hydrogen-boiler-giacomini>)

Zestawiony jest on z trzech sekcji mających za zadanie wytworzenie, magazynowanie oraz spalanie wodoru. Paliwo spalane jest w palniku katalitycznie, czyli bezpłomieniowo. Do spalania wykorzystuje się jedynie wodór zmagazynowany w zbiorniku oraz powietrze. Wytworzone ciepło ogrzewa przepływającą przez wymiennik wodę instalacyjną do temperatury 35–40°C, jest to zatem źródło ciepła niskotemperaturowego. Temperatura spalania wodoru wynosi według tego znanego rozwiązania ok. 300–350°C, dzięki czemu nie są emitowane do atmosfery tlenki azotu. Jedynym produktem procesu spalania jest para wodna. Wytwarzanie wodoru odbywa się na drodze elektrolizy zachodzącej dzięki dostarczonej energii elektrycznej.

Znany z rozwiązania US 2011/180396A1 jest układ generatora wodoru dla jednostki zasilanej wodorem takiej jak na przykład katalityczny palnik wodorowy lub ogniwo paliwowe. Układ zawiera elektrolizer do elektrolizy wody destylowanej w kierunku wytworzenia wodoru i tlenu, z urządzeniem demineralizującym wodę i z transformatorem i/lub przetwornikiem A/C, dla dostarczania energii elektrycznej do procesu elektrolizy. Po stronie wylotowej znajduje się urządzenie do oczyszczania wytwarzanego wodoru. Układ generatora obejmuje ponadto zespół do odzyskiwania ciepła wytworzonego w procesie elektrolizy oraz zespół do przechowywania wytwarzanego wodoru. Taki układ generatora wodoru jest umieszczony w obudowie, która wyposażona jest w przewody, zawory i złączki przewodów.

Kolejne znane rozwiązanie ujawniono w dokumencie zgłoszenia międzynarodowego nr WO 2011/092542A2. Przedmiotem tego znanego rozwiązania jest palnik do spalania wodoru na katalizatorze, zawierający w korpusie pierwszy katalizator samozapłonu oraz kolejną grupę katalizatorów utleniania, a także zawierający wymiennik ciepła ogrzewany spalany gazami. W palniku zastosowano wymiennik ciepła, który jest umieszczony na zewnątrz korpusu palnika. Głowica mieszcząca katalizator samozapłonu może być oddzielona korpusem mieszczącym katalizatory utleniania. Drugi wymiennik ciepła, z obiegiem zimnej wody, umożliwi wytworzenie wody destylowanej o wysokiej czystości. W tym znanym rozwiązaniu kotła, pierwsza część zawiera moduły palnika, a druga część zawiera wspólny wymiennik ciepła i ewentualny dodatkowy wymiennik ciepła do wytwarzania wody destylowanej.

Kolejne znane rozwiązanie przedstawiono w publikacji chińskiego dokumentu patentowego CN 111498802. Ujawniono tam urządzenie do wytwarzania wodoru i sposób jego działania. Urządzenie do wytwarzania wodoru zawiera reaktor, który jest wyposażony we wlot wody i króciec wylotowy, gdzie reaktor jest wyposażony w wymiennik ciepła. W zbiorniku umieszczony jest przewód wymiennika ciepła, jeden koniec rury wymiennika ciepła jest połączony z otworem wylotowym, a drugi koniec rury wymiennika ciepła jest połączony z komorą buforową gazu. Wynalazek wykorzystuje reakcję glinu z wodą do wytwarzania wodoru na miejscu w reakcji egzotermicznej, charakteryzuje się wysoką integracją, niewielkimi rozmiarami, łatwą konserwacją i niskimi kosztami. Urządzenie jest odpowiednie do operacji w terenie, ratownictwa, operacji wojskowych i innych dziedzin.

Dalsze rozwiązanie znane jest z publikacji dokumentu patentowego koreańskiego nr KR 2009/0088837. W tym rozwiązaniu przedstawiono kocioł wodorowy wykorzystujący rozkład wody do wytwarzania wodoru i tlenu. Kocioł wodorowy według tego znanego rozwiązania składa się z części dostarczającej wodę, zasobnika energii wodorowej i zasobnika tlenu. Woda do dysocjacji jest automatycznie uzupełniana. Woda jest w tym znanym rozwiązaniu poddana hydrolizie dla uzyskania wodoru i tlenu.

W dalszym rozwiązaniu według opisu patentowego PL 229230 zespół generatora wodoru oraz tlenu zawiera generator, połączony co najmniej jednym przewodem zasilającym ze zbiornikiem zasilania. Generator połączony jest przewodem odbioru wodoru i/lub tlenu, z co najmniej jednym zbiornikiem buforowym wodoru i/lub tlenu. Co najmniej jeden zbiornik buforowy wodoru oraz tlenu połączony jest z generatorem przewodem wyrównawczym poziomu elektrolitu. Wylot przewodu odbioru wodoru oraz przewodu odbioru tlenu z generatora w zbiorniku buforowym wodoru i/lub tlenu znajduje się poniżej dopuszczalnego poziomu minimalnego elektrolitu, w zbiorniku buforowym wodoru i/lub tlenu. Przewód wyrównawczy ciśnienia pomiędzy generatorem, a zbiornikiem zasilającym, poprowadzony jest do strefy ponad lustrem elektrolitu w generatorze, z przewodu łączącego ten generator ze zbiornikiem buforowym wodoru i/lub tlenu.

Kolejne rozwiązanie zespołu kotła parowego przedstawiono w dokumencie patentowym PL 229335. Kocioł parowy zawiera podzespół elektrolizera oraz podzespół wytwornicy pary, zawierający obieg pierwotny pary grzewczej oraz obieg wtórny ogrzewanego medium. Podzespół elektrolizera stanowi co najmniej jeden elektrolizer z zainstalowaną grupą manometryczną, wyposażony w układ uzupełniania elektrolitu, oraz połączony z co najmniej jednym zbiornikiem buforowym produktów elektrolizy.

Według wynalazku, zespół wodorowego kotła grzewczego zawiera obudowę, wewnątrz której zamocowana jest komora parowo-wodna, zawierająca wewnątrz komorę spalania z palnikiem, zanurzoną w czynniku grzewczym w postaci wody wypełniającej wnętrze wymienionej komory parowo-wodnej, przy czym obudowa zawiera wewnątrz zbiornik kondensatu, zaś komora parowo-wodna, poprzez króciec wlotowy pary oraz przewód wlotowy pary połączona jest poprzez wymiennik ciepła ze zbiornikiem kondensatu, gdzie komora parowo-wodna połączona z wymiennikiem ciepła oraz ze zbiornikiem kondensatu, wypełnione czynnikiem grzewczym, stanowią pierwotny obieg grzewczy kotła, natomiast wnętrze obudowy kotła grzewczego wypełnione jest czynnikiem grzewczym obiegu wtórnego kotła, zasilającego odbiorniki zewnętrzne ciepła.

Według wynalazku zespół wodorowego kotła grzewczego charakteryzuje się tym, że komora spalania stanowi reaktor usytuowany we wnętrzu komory parowo-wodnej stanowiącej fragment obiegu pierwotnego czynnika grzewczego, gdzie komora parowo-wodna zawiera górny syfon połączony przewodem przelewowym ze zbiornikiem kondensatu. Palnik stanowi palnik wodorowo-tlenowy, wraz z instalacją zapłonową. Do palnika doprowadzony jest co najmniej jeden wspólny przewód zasilania palnika tlenem i wodorem, lub oddzielny przewód zasilania tlenem palnika i oddzielny przewód zasilania wodorem palnika, oraz co najmniej jeden przewód parowy. Komora parowo-wodna, wymiennik ciepła oraz zbiornik kondensatu zanurzone są w czynniku grzewczym obiegu wtórnego.

Przewód parowy jest połączony z komorą spalania korzystnie poprzez palnik, z komorą parowo-wodną w części ponad lustrem cieczy i zawiera zawór regulacyjny.

Przewód parowy wyposażony może być w układ sterowania elektromechanicznego z poziomowskazem oraz z czujnikiem ciśnienia pary wodnej.

Część wypełniona parą wodną, komory parowo-wodnej połączona jest z zaworem nadmiarowym korzystnie przez przewód dolotowy pary, którego wylot jest zlokalizowany w komorze parowo-wodnej ponad lustrem wody.

Zawór nadmiarowy połączony może być poprzez przewód upustu pary ze zbiornikiem kondensatu.

Wylot króćca wlotowego pary znajduje się w komorze spalania korzystnie w pobliżu otworu wylotowego palnika wodorowo-tlenowego.

Winnej korzystnej wersji rozwiązania według wynalazku, na końcu komory spalania znajduje się wziernik oraz zawór odcinający.

Komora parowo-wodna zawiera przewód dolotowy wody wraz z zaworem odcinającym, połączony jest korzystnie z wyjściem z pompy obiegu pierwotnego.

W innym korzystnym rozwiązaniu według wynalazku, palnik w komorze spalania wyposażony jest w przewód wlotowy mieszaniny wodoru i tlenu, który jest połączony poprzez bezpiecznik wodny ze zbiornikiem buforowym mieszaniny wodoru i tlenu, połączonym z elektrolizerem bezprzeponowym wody, wyposażonym w energoelektroniczny moduł mocy. W tym rozwiązaniu kocioł wodorowy połączony jest w jeden zespół z elektrolizerem bezprzeponowym będącym źródłem wodoru i tlenu podawanego do palnika w proporcji objętościowej wodoru do tlenu jak 2 : 1.

Palnik wodorowo-tlenowy korzystnie zawiera przewód wlotu do komory spalania pary wodnej z komory parowo-wodnej, przy czym kanał dopływowy pary wodnej umieszczony jest koncentrycznie wokół przewodu zasilania mieszaniną wodoru i tlenu palnika.

Zbiornik kondensatu może być połączony przewodem dolotowym wody ze zbiornikiem wody.

W dalszej korzystnej wersji rozwiązania według wynalazku, palnik jest połączony z oddzielnymi przewodami zasilania wodorem i tlenem, gdzie przewód dolotowy tlenu połączony jest poprzez zbiornik buforowy tlenu z przestrzenią tlenową elektrolizera przeponowego ze stałą polaryzacją, zaś przewód zasilania wodorem połączony jest poprzez zbiornik buforowy wodoru z przestrzenią wodorową elektrolizera przeponowego ze stałą polaryzacją. W tym korzystnym rozwiązaniu, podzespół kotła wodorowego połączony jest w jeden zespół z podzespołem elektrolizera przeponowego ze stałą polaryzacją, będącym źródłem wodoru i tlenu podawanego do palnika w proporcji objętościowej wodoru do tlenu jak 2 : 1.

Palnik zawiera kanał dopływowy pary wodnej do komory spalania z komory parowo-wodnej, przy czym przewód dolotowy tlenu korzystnie jest umieszczony koncentrycznie wokół przewodu dolotowego wodoru, zaś przewód dopływowy pary wodnej umieszczony jest również koncentrycznie wokół przewodu dolotowego tlenu, do palnika.

Zgodnie z rozwiązaniem według wynalazku, energoelektroniczny moduł mocy elektrolizera korzystnie wyposażony jest w chłodnicę.

Chłodnica jest podłączona z wodą obiegu pierwotnego korzystnie poprzez przewód powrotny na stronie ssawnej pompy oraz przez przewód zasilający po stronie tłocznej tejże pompy.

W niniejszym opisie patentowym poszczególne elementy składowe zespołu wodorowego kotła grzewczego są wymienione w liczbie pojedynczej. Jednakże nie wyklucza to multiplikacji tych elementów składowych, jeżeli zmultiplikowane elementy składowe stanowią ekwiwalenty elementów wymienionych w liczbie pojedynczej, a multiplikacja tych elementów składowych nie wywołuje rezultatów jakościowo odmiennych.

Problem do rozwiązania polega na opracowaniu źródła ciepła możliwego do wykorzystania w miejscach, gdzie tradycyjne jednostki grzewcze nie mogą być wykorzystane. Jednocześnie zadaniem wynalazku jest opracowanie kotła grzewczego niezależnego od zaopatrzenia w tradycyjne paliwa. Rozwiązano ten problem poprzez opracowanie zespołu wodorowego kotła grzewczego którego funkcjonowanie wymaga energii elektrycznej i wody, a więc środków dostępnych w szerokim zakresie.

W rozwiązaniu według wynalazku zaproponowano wykorzystanie w pełni odnawialnych źródeł energii do celów grzewczych poprzez wykorzystanie wodoru oraz tlenu. Zastosowany zamknięty obieg pierwotny wody nie emituje do środowiska jakichkolwiek szkodliwych związków chemicznych i bazuje na wodzie w pełni neutralnej dla środowiska. W urządzeniu wykorzystano cykliczne przemiany fazowe pomiędzy fazami w postaci fazy pary wodnej i fazy kondensatu, zachodzących w tym obiegu. Rozwiązanie według wynalazku nie wymaga spełnienia wymagań technicznych dotyczących infrastruktury energetycznej klasycznych sieci gazowych, czy łańcucha dostaw paliw kopalnych, bądź naturalnych jak np. biomasa lub drewno, co stwarza możliwości zastosowania wodorowego kotła grzewczego w miejscach pozbawionych dostępu do takiej infrastruktury. Przy założeniu pełnej hermetyczności układu wodorowego kotła grzewczego, zasilanego z elektrolizera, urządzenie będzie pracować na jednym, bazowym napełnieniu wody, bez konieczności jej uzupełniania w długim okresie czasu eksploatacji. Dodatkowym korzystnym skutkiem wynalazku jest pełna skalowalność mocy grzewczej kotła grzewczego, zaś opisana konstrukcja urządzenia umożliwi jego stosowanie zarówno dla domów jednorodzinnych jak i przemysłu. Niezależnie od wielkości instalacji wodorowego kotła grzewczego, cechą eksploatacyjną urządzenia jest płynny i szeroki zakres regulacji wydajności mocy grzewczej za pomocą nastawnych zaworów regulacyjnych, ustalających ilościowy wtrysk pary z komory parowo-wodnej do komory spalania.

Przedmiot wynalazku pokazany został w przykładach wykonania na załączonym rysunku, na którym poszczególne figury rysunku przedstawiają:

- Fig. 1 – zespół wodorowego kotła grzewczego,
- Fig. 2 – zespół wodorowego kotła grzewczego z elektrolizerem bezprzeponowym,
- Fig. 3 – palnik zasilany mieszaniną wodoru i tlenu oraz parą wodną,
- Fig. 4 – palnik zasilany oddzielnymi przewodami wodoru i tlenu oraz parą wodną,
- Fig. 5 – zespół wodorowego kotła grzewczego z elektrolizerem przeponowym o stałej polaryzacji zasilania elektrod,
- Fig. 6 – zespół wodorowego kotła grzewczego z elektrolizerem przeponowym o zmiennej polaryzacji zasilania elektrod,
- Fig. 7 – wodorowy kocioł grzewczy zasilany wodorem oraz tlenem ze źródeł zewnętrznych.

### Przykład I

Jak pokazano na rysunku fig. 1, zespół wodorowego kotła grzewczego zawiera w tym przykładzie wykonania obudowę 1.3, wewnątrz której znajduje się komora parowo-wodna 1.4, wymiennik ciepła 1.19 oraz zbiornik kondensatu 1.20. W komorze parowo-wodnej 1.4 znajduje się komora spalania 1.13, która poprzez króciec wlotowy pary 1.32 oraz przewód wlotowy pary 1.31 połączona jest z wymiennikiem ciepła 1.19. Z górnej części komory parowo-wodnej 1.4 poprowadzony jest przewód dolotowy pary 1.10, do zaworu nadmiarowego 1.8, zaś przewód upustu pary 1.9 połączony jest ze zbiornikiem kondensatu 1.20. Z komory parowo-wodnej 1.4 jest również poprowadzony poprzez górny syfon 1.11, przewód przelewowy 1.17, połączony ze zbiornikiem kondensatu 1.20.

Komora spalania 1.13 zawiera palnik 1.35, do którego doprowadzony jest przewód 1.34 zasilania mieszaniną wodoru i tlenu w proporcji 2:1. Komora spalania 1.13 podłączona jest hydraulicznie z przestrzenią parową komory parowo-wodnej 1.4 za pośrednictwem przewodu parowego 1.38 oraz zaworu regulacyjnego 1.37. Poziom napełnienia wodą komory parowo-wodnej 1.4 jest mierzony za pomocą poziomowskazu 1.36, połączony z przewodem zlokalizowanym w dolnej części komory parowo-wodnej 1.4, wyposażonego w króciec serwisowy 1.33. Po przeciwległej stronie palnika 1.35 w komorze spalania 1.13 usytuowany jest wziernik 1.15 oraz zawór odcinający 1.14.

W dolnej części zbiornika kondensatu 1.20 wyprowadzony jest przewód ssawny 1.24 wraz z króćcem serwisowym 1.25, pompy 1.27, zalany kondensatem 1.23. Pomiędzy stroną ssawną, a stroną tłoczną pompy 1.27, zainstalowany jest przewód obejściowy 1.26 wraz z zaworem odcinającym 1.28. Przewód tłoczny pompy 1.27 jest rozwidlony i z jednej strony zakończony zaworem odcinającym 1.29, zaś z drugiej strony zakończony jest zaworem 1.30. Z zaworu odcinającego 1.30 poprowadzony jest przewód dolotowy wody 1.1, połączony z komorą parowo-wodną 1.4.

Z obudowy 1.3 kotła grzewczego wyprowadzone są króćce przewodu powrotnego 1.21, przewodu zasilającego 1.16 wody obiegu wtórnego 1.7. Woda obiegu wtórnego 1.7 zajmuje objętość obudowy 1.3 wyposażonej w króciec serwisowy 1.12 wraz z przewodem zakończonym zaworem odcinającym 1.22. W górnej części obudowy znajduje się trójnik zakończony czujnikiem ciśnienia 1.5 oraz króćcem serwisowym 1.6. Woda z obiegu wtórnego kierowana jest do zewnętrznych odbiorników ciepła.

Mieszanina wodoru oraz tlenu, doprowadzana przewodem zasilania 1.34 do palnika 1.35, podlega kontrolowanemu spalaniu w komorze spalania 1.13. Na skutek procesu spalania wodoru z tlenem, woda obiegu pierwotnego 1.18 znajdująca się w komorze parowo-wodnej 1.4 wrze pod określonym ciśnieniem, zależnym od nastawy zaworu nadmiarowego 1.8. Ciśnienie pary nad lustrem wody w komorze parowo-wodnej jest mierzone czujnikiem ciśnienia 1.2 pokazanym na rysunku fig. 1, fig. 2, fig. 5, fig. 6 oraz fig. 7. Nadwyżka nastawionego ciśnienia roboczego pary wodnej jest upuszczana z przestrzeni parowej komory parowo-wodnej 1.4 do zbiornika kondensatu 1.20, poprzez przewód upustu pary 1.9.

Ponieważ pompa 1.27 w sposób ciągły doprowadza wodę przewodem dolotowym wody 1.1 do komory parowo-wodnej 1.4, zastosowano system przelewu wody z komory parowo-wodnej 1.4 do zbiornika kondensatu 1.20. Poziom lustro wody w komorze parowo-wodnej 1.4 jest ustalony górnym syfonem 1.11, którego rolą jest stabilizacja poziomu lustra wody poprzez przelew nadmiarowej ilości wody do zbiornika kondensatu 1.20 przewodem przelewowym 1.17, bez straty wytworzonej pary wodnej. W tym przykładzie wykonania komora spalania 1.13 jest pochylona w kierunku króćca wlotowego pary 1.32, zaś ścianka zewnętrzna komory spalania 1.13 wyposażona jest w znane powierzchnie rozwinięte typu radiator, intensyfikujące wymianę ciepła pomiędzy ścianką komory spalania 1.13, a wodą obiegu pierwotnego 1.18 zawartą w komorze parowo-wodnej 1.4.

Produktem spalania wodoru w tlenie jest wysokotemperaturowa para wodna, bez zanieczyszczeń w postaci dwutlenku węgla i tlenków azotu. Na skutek tego możliwe okazało się wzbudzenie procesu termolizy pary wodnej, wtryskiwanej do komory spalania 1.13 z przestrzeni parowej komory parowo-wodnej 1.4 przez zawór regulacyjny 1.37 i przewód parowy 1.38. Termolizą określa się dysocjację termiczną, czyli rozpad cząsteczek związków chemicznych na mniejsze cząsteczki lub atomy pod wpływem temperatury. Wtryskiwana para wodna przepływając przez obszar jądra płomienia wodorowo-tlenowego ulega więc częściowej, termicznej dysocjacji na wodór, który ulega dodatkowemu spalaniu w wydzielającym się tlenie co zwiększa strumień masy wytwarzanej pary, zwiększając tym samym sprawność wodorowego kotła grzewczego.

Umieszczenie króćca wlotowego pary 1.32 pomiędzy jądrem płomienia, a ścianką boczną komory parowo-wodnej ma na celu umożliwienie dopalenia resztek wodoru w tlenie, powstałych wskutek termolizy pary wodnej, po wtrysku pary w obszar jądra płomienia. Przegrzana para wodna poprzez

przewód wlotowy pary 1.31 jest transportowana do wymiennika ciepła 1.19, gdzie oddaje ciepło przegrzania pary wraz z ciepłem skraplania, do wody obiegu wtórnego 1.7 zasilającego odbiorniki ciepła. W tym przykładzie wykonania, przewód wlotowy pary 1.31 poprowadzony jest równolegle, wzdłuż komory spalania 1.13 w komorze parowo-wodnej 1.4 w wodzie obiegu pierwotnego 1.18, oddając część ciepła przegrzania pary właśnie temu medium. Skroplona para wodna w postaci kondensatu 1.23 zbiera się w zbiorniku kondensatu 1.20. Kondensat doprowadzany jest przez przewód ssawny 1.24 do pompy 1.27.

W tym przykładzie wykonania, zbiornik kondensatu 1.20 wyposażony jest w znane powierzchnie rozwinięte typu radiator, intensyfikujące wymianę ciepła pomiędzy kondensatem 1.23, a wodą obiegu wtórnego 1.7. Woda obiegu wtórnego 1.7 dostarczana jest do zewnętrznych odbiorników ciepła przewodem zasilającym 1.16 i wraca z tych odbiorników przewodem powrotnym 1.21.

Zawór odcinający 1.14 pełni funkcję przedmuchu komory spalania 1.13 w trakcie inicjacji zapłonu wodoru w tlenie. Po inicjacji zapłonu, zawór 1.14 pozostaje w pozycji zamkniętej, uniemożliwiając wypływ pary do otoczenia kotła grzewczego. W zależności od źródła pochodzenia wodoru oraz tlenu, obieg pierwotny wody 1.18 może być obiegiem zamkniętym, zatem w trakcie stygnięcia kotła grzewczego, otwarcie zaworu 1.14 pełni funkcję przerywacza próżni, czyli wyrównania spadku ciśnienia podczas stygnięcia kotła.

#### Przykład II

Na rysunku fig. 2 przedstawiono przykład wykonania zespołu wodorowego kotła grzewczego wraz elektrolizerem bezprzeponowym 2.19, który jest źródłem mieszaniny wodoru i tlenu do spalania w palniku 1.35. Kocioł grzewczy stanowi w tym przykładzie wykonania zespół złożony z podzespołu kotła grzewczego jako źródła ciepła, oraz podzespołu elektrolizera jako źródła wodoru oraz tlenu do spalania, stanowiących komplet.

Źródło wodoru oraz tlenu stanowi w tym przykładzie wykonania elektrolizer bezprzeponowy 2.19, wyposażony w poziomowskaz 2.17. Elektrolizer jest połączony hydraulicznie ze zbiornikiem buforowym wodoru oraz tlenu 2.20 za pomocą przewodu wyjściowego elektrolizera 2.5. Pokazano to na rysunku fig. 2. Zbiornik wody 2.14 jest połączony z elektrolizerem bezprzeponowym 2.19 przewodem wyrównawczym ciśnienia 2.2, z zaworem odcinającym 2.3 oraz z wlotem do przewodu wyrównawczego ciśnienia 2.4. Dodatkowym połączeniem hydraulicznym pomiędzy elektrolizerem bezprzeponowym 2.19, a zbiornikiem wody 2.14 jest rura opadowa 2.16 z zainstalowanym zaworem odcinającym 2.18. W górnej części zbiornika wody 2.14 zainstalowany jest króciec serwisowy 2.1 oraz przewód dolotowy wody 2.15.

Do zbiornika buforowego mieszaniny wodoru oraz tlenu 2.20 jest poprowadzony przewód wyjściowy z elektrolizera bezprzeponowego 2.5 zawierający czujnik ciśnienia 2.6. W dolnej części zbiornika 2.20 umiejscowiony jest króciec serwisowy 2.21. Ze zbiornika buforowego 2.20 poprowadzony jest przewód wyjściowy 2.7 na którym zainstalowany jest zawór elektromagnetyczny 2.8 oraz zawór regulacyjny 2.9, połączony z przewodem dolotowym wodoru oraz tlenu 2.10 oraz dolnym syfonem 2.22 i bezpiecznikiem wodnym 2.11. Bezpiecznik wodny 2.11 stanowi pojemnik wypełniony wodą, z zachowaniem wolnej przestrzeni ponad lustrem wody oraz wyposażony jest w króciec serwisowy 2.13 oraz w króciec spustowy 2.23. Z górnej części bezpiecznika wodnego 2.11 poprowadzony jest przewód mieszaniny wodorowo-tlenowej 2.12 do palnika 1.35 w komorze spalania 1.13 w podzespole komory parowo-wodnej 1.4.

Strona ssawna pompy 1.27 jest połączona bezpośrednio z wnętrzem zbiornika kondensatu 1.20 oraz jest połączona z przewodem powrotnym 2.27 chłodnicy 2.25 znanego energoelektronicznego modułu mocy 2.24. Znany energoelektroniczny moduł mocy 2.24 stanowi jeden lub więcej przekształtników energoelektronicznych.

Na stronie tłocznej pompy 1.27 znajduje się przewód 2.26 chłodnicy 2.25. Strona tłoczna pompy połączona jest ze zbiornikiem wody 2.14 poprzez przewód dolotowy wody 2.15.

Elektrolizer bezprzeponowy 2.19 według tego przykładu wykonania, po zasileniu energią elektryczną elektrod generuje na wyjściu mieszaninę wodoru oraz tlenu w stosunku objętościowym 2:1 wodoru względem tlenu. Taki udział objętościowy gazów zapewnia pełną stechiometrię spalania wodoru w tlenie. Mieszanina generowanych gazów magazynowana jest w zbiorniku buforowym wodoru oraz tlenu 2.20 pod ciśnieniem mierzonym za pomocą czujnika ciśnienia 2.6 w celu zwiększenia inercji podzespołu elektrolizera. Przepływ wodoru oraz tlenu ze zbiornika buforowego 2.20 przez bezpiecznik wodny 2.11 oraz przez przewód 2.12 mieszaniny wodorowo-tlenowej do palnika 1.35 następuje po otwarciu zaworu elektromagnetycznego 2.8.

Zawór regulacyjny 2.9 służy do wyregulowania ściśle określonego przepływu mieszaniny wodorowo-tlenowej w sposób umożliwiający operowanie podzespołu elektrolizera pod niezmiennym w czasie ciśnieniem wodoru oraz tlenu kontrolowanym czujnikiem ciśnienia 2.6. Jakakolwiek zmiana wartości gęstości prądu elektrod elektrolizera bezprzeponowego 2.19 spowoduje zmianę strumienia objętości generowanego wodoru oraz tlenu. Zapłon mieszaniny wodoru oraz tlenu w komorze spalania 1.13 poprzedza załączenie pompy 1.27, przy zachowaniu zamkniętego zaworu odcinającego 1.29 oraz otwartego zaworu odcinającego 1.30. Przed inicjacją zapłonu płomienia w komorze spalania 1.13, zawór odcinający 1.14 jest w pozycji otwartej, zaś po osiągnięciu stabilnego płomienia zawór 1.14 jest zamknięty. W trakcie wygrzewania wody obiegu pierwotnego 1.18 w komorze parowo-wodnej 1.4, zawór regulacyjny 1.37 pozostaje w pozycji zamkniętej. Po osiągnięciu zadanego ciśnienia pary, ustalonego zaworem nadmiarowym 1.8, możliwa jest praca kotła grzewczego z wtryskiem pary do komory spalania 1.13 za pomocą zaworu regulacyjnego 1.37.

W trakcie eksploatacji kotła grzewczego na wtrysku pary z komory parowo-wodnej 1.4, w komorze spalania 1.13 odbywa się mieszanie strumieni mas pary wodnej. Pierwszym strumieniem masy pary wodnej jest para powstała wskutek spalania wodoru w tlenie, które to substraty są dostarczane z elektrolizera bezprzeponowego 2.19. Drugi strumień masy pary jest dostarczany poprzez palnik 1.35 bezpośrednio z komory parowo-wodnej 1.4 za pośrednictwem zaworu regulacyjnego 1.37. Oprócz mieszania obu strumieni mas pary wodnej w komorze spalania 1.13, wtrysk pary wodnej z komory parowo-wodnej 1.4 i jej przepływ w obrębie jądra płomienia prowadzi do częściowej termolizy, czyli dysocjacji termicznej wtryskiwanej pary na dodatkowy wodór oraz tlen. Płomień wodorowo-tlenowy podtrzymywany za pomocą stałego w czasie dostarczania mieszaniny wodorowo-tlenowej z elektrolizera bezprzeponowego 2.19 poprzez przewód mieszaniny wodorowo-tlenowej do palnika 1.35 pełni funkcję płomienia pilotowego, wykorzystywanego do kontrolowanej termolizy pary wodnej wtryskiwanej współosiowo z przepływem mieszaniny wodorowo-tlenowej do komory spalania 1.13 z komory parowo-wodnej 1.4, w obrębie palnika 1.35. Wytworzona, przegrzana para wodna w komorze spalania 1.13 oddaje ciepło przegrzania i ciepło skraplania pary w wymienniku ciepła 1.19 do wody obiegu wtórnego 1.7. Skroplony kondensat 1.23 gromadzony jest w zbiorniku kondensatu 1.20, skąd następnie jest zasysany przez pompę 1.27. Ponieważ elektrolizer bezprzeponowy 2.1 jest zasilany energią elektryczną za pomocą wymienionego energoelektronicznego modułu mocy 2.24, straty ciepła generowane w trakcie pracy tego modułu są przekazywane do wody obiegu pierwotnego 1.18 dzięki zastosowaniu chłodnicy 2.25. Oznacza to, że woda dostarczana do komory parowo-wodnej 1.4 przewodem dolotowym wody 1.1 ulega wstępnemu podgrzaniu co zwiększa sprawność energetyczną kotła grzewczego. W trakcie długotrwałej eksploatacji kotła grzewczego, poziom elektrolitu w elektrolizerze bezprzeponowym 2.19 obniża się ze względu na elektrolizę wody, zaś ilość kondensatu 1.23 w zbiorniku kondensatu 1.20 wzrasta. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia okresowe uzupełnianie elektrolitu w elektrolizerze bezprzeponowym 2.19 poprzez wyrównanie ciśnienia nad lustrem wody zbiornika wody 2.1 zaworem odcinającym 2.3. Po wyrównaniu ciśnienia, i otwarciu zaworu odcinającego 2.18, woda w zbiorniku wody 2.14 poprzez rurę opadową 2.16 przepływa do elektrolizera 2.19 wskutek oddziaływania ciśnienia hydrostatycznego słupa cieczy. Nadmiar wody w postaci kondensatu 1.23 w tym przykładzie wykonania jest przetłaczany okresowo ze zbiornika kondensatu 1.20 do zbiornika wody 2.14 poprzez przewód dolotowy wody 2.15 po otwarciu zaworu odcinającego 1.29.

Na rysunku fig. 3 pokazano przekrój palnika 1.35 znajdującego się wewnątrz komory spalania 1.13 w komorze parowo-wodnej 1.4. Ściana B komory parowo-wodnej 1.4 zawiera wspawany kołnierz A wraz z wyprowadzonymi prętami gwintowanymi C. Ściana komory D spalania 1.13 oddziela przestrzeń komory spalania 1.13 od przestrzeni komory parowo-wodnej 1.4, wypełnionej wodą obiegu pierwotnego 1.18. Jak pokazano na rysunku fig. 3, kołnierz palnika wyposażony jest w koncentrycznie usytuowane przewody, w których przewód zasilania mieszaniną wodoru i tlenu 1.34 usytuowany jest wewnątrz kanału dopływowego pary wodnej H, połączonego z przewodem parowym 1.38. Kołnierz palnika 1.35 wyposażony jest w otwory wypełnione uszczelnieniem F, z których wyprowadzone są elektroda zapłonowa G oraz elektroda jonizacyjna I. Kołnierz palnika zawiera uszczelnienie J. Króciec wlotowy pary 1.32 jest umiejscowiony w miejscu pomiędzy jądrem płomienia wodorowo-tlenowego a kołnierzem A komory parowo-wodnej.

Zapłon mieszaniny wodorowo-tlenowej odbywa się za pomocą inicjacji wysokiego napięcia 10 kV, pomiędzy elektrodą zapłonową G, a ścianką przewodu 1.34 zasilającego palnik 1.35 mieszaniną wodoru i tlenu. Wskutek powstania ciągłej iskry zapłonowej następuje zapłon mieszaniny wodorowo-tleno-

wej. Udział objętościowy wodoru względem tlenu wynosi w mieszaninie 2 : 1. Po inicjacji zapłonu, zewnętrzne napięcie jest zdejmowane z elektrody zapłonowej G. Mieszanina wodoru oraz tlenu ulega ciągłemu spalaniu w ilości objętościowej zależnej od mocy elektrycznej głównie natężenia prądu względem jego napięcia pracy, doprowadzonej do elektrolizera bezprzeponowego 2.19 pokazanego na rysunku fig. 2. Komora spalania 1.13 przekazuje ciepło z płomienia wodorowo-tlenowego do wody obiegu pierwotnego 1.18. Po osiągnięciu stanu wrzenia wody w komorze parowo-wodnej 1.4 pokazanej na rysunku fig. 1, następuje wtrysk pary wodnej do komory spalania 1.13 regulowany za pomocą nastawy zaworu 1.37 pokazanego na rysunku fig. 1. Wtryskiwana para wodna poprzez przewód parowy 1.38 trafia do komory spalania 1.13, obmywając jądro płomienia spalanej mieszaniny wodoru oraz tlenu. Para wodna, przechodząc w obszarze wysokotemperaturowego jądra płomienia wodorowo-tlenowego ulega częściowemu procesowi termolizy, wskutek oddziaływania wysokiej temperatury. Podczas termolizy część wtryskiwanej pary wodnej ulega dysocjacji termicznej na jednoatomowy wodór, jednoatomowy tlen, dwuatomowy wodór, dwuatomowy tlen, oraz wolne związki wodorotlenowe OH. Króciec wlotowy pary 1.32 jest umiejscowiony w miejscu pomiędzy jądrem płomienia wodorowo-tlenowego a kołnierzem A komory parowo-wodnej, wspawanym do ściany B wymienionej komory parowo-wodnej w celu umożliwienia dopalenia lotnych związków tlenu i wodoru, powstałych w procesie termolizy pary wodnej. Elektroda jonizacyjna I ma na celu wykrywanie obecności płomienia wskutek pomiaru jej prądu jonizacji w parze wodnej dopływającej do króćca wlotowego pary 1.32. Palnik 1.35 ma konstrukcję kołnierzową, pomiędzy otoczeniem a komorą spalania 1.13, uszczelnioną za pomocą uszczelki J kołnierza i uszczelnień F elektrod jonizacyjnej i zapłonowej. Cały zespół palnika 1.35 jest zamocowany do kołnierza komory parowo-wodnej A za pomocą nakrętek, nakręconych na pręty gwintowane C.

Na rysunku fig. 4 pokazano inny przykład wykonania palnika 1.35a, z rozdzielonym kanałem dopływu wodoru od kanału dopływu tlenu i z odseparowanym wtryskiem pary wodnej, przeznaczony do zastosowania w przykładzie III, przykładzie IV i w przykładzie V rozwiązania według wynalazku.

Głowica palnika 1,35a w tym przykładzie wykonania składa się z trzech przewodów usytuowanych koncentrycznie względem siebie. Wokół centralnego przewodu wodoru 5.8b znajduje się koncentryczny przewód tlenu 5.8a, wokół którego znajduje się zewnętrzny koncentryczny kanał dopływowy pary wodnej H, połączony z przewodem parowym 1.38. Pokazano to na rysunku fig. 4. Analogicznie, jak to pokazano na rysunku fig. 3, palnik 1,35a jest zamocowany na kołnierzu A komory parowo-wodnej 1.4 za pomocą prętów gwintowanych C i uszczelniony za pomocą uszczelki J. Niezmiennie jest również wyposażenie palnika 1.35a w elektrodę zapłonową G oraz elektrodę jonizacyjną I przez otwory wypełnione uszczelnieniem F, podobnie jak w przypadku palnika 1.35 pokazanym na rysunku fig. 3.

Palnik 1,35a przystosowany jest do spalania wodoru w tlenie z uwzględnieniem niezależnego doprowadzenia strumienia wodoru oraz niezależnego strumienia tlenu. Odseparowane od siebie strumienie paliwa czyli wodoru oraz tlenu, posiadają niezależne przewody dolotowe tlenu 5.8a i wodoru 5.8b. Miejszem w którym dochodzi do zmieszania tych dwóch gazów jest jądro płomienia w komorze spalania 1.13. Proces inicjacji zapłonu wodoru jest taki jak to opisano powyżej w palniku 1.35 przedstawionym na rysunku fig. 3, z tą różnicą, że wraz z przepływem wodoru następuje jednoczesny przepływ tlenu w ściśle określonej mieszance stechiometrycznej wodoru do tlenu 2:1. Pozostałe elementy są zgodne z rysunkiem fig. 3. W rozwiązaniu palnika 1.35a, pokazanym na rysunku fig. 4 wymienione przewody są koncentryczne względem siebie. Wokół centralnego przewodu wodoru 5.8b znajduje się koncentryczny przewód tlenu 5.8a, wokół którego znajduje się zewnętrzny koncentryczny przewód parowy 1.38.

### Przykład III

Na kolejnym rysunku fig. 5 przedstawiono zespół kotła grzewczego zasilany w kolejnym przykładzie wykonania wodorem i tlenem z elektrolizerem przeponowym z ustaloną, stałą polaryzacją zasilania elektrod.

Elektrolizer przeponowy 5.1 wyposażony w tym przykładzie wykonania konstrukcyjnie w komorę tlenową 5.1a oraz komorę wodorową 5.1b, połączony jest ze zbiornikiem wody 2.14 za pomocą przewodu wyrównawczego 2.2 oraz zaworu odcinającego 2.3. Zbiornik buforowy tlenu 5.2 połączony jest z komorą tlenową 5.1a poprzez przewód tlenowy 5.4a wraz z zainstalowanym czujnikiem ciśnienia tlenu 5.5a. Przewód zasilający tlenu 5.6a doprowadzony jest do tlenowej grupy zaworowej 5.7a, skąd następnie poprzez przewód dolotowy tlenu 5.8a łączy się z palnikiem z separacją wodoru i tlenu 1.35a. Komora wodorowa 5.1b połączona jest ze zbiornikiem buforowym wodoru 5.3 poprzez przewód wodorowy 5.4b, na którym zainstalowany jest czujnik ciśnienia wodoru 5.5b. Połączenie pomiędzy zbiornikiem buforowym wodoru 5.3 a bezpiecznikiem wodnym 2.11 realizowane jest za pomocą przewodu zasilającego

wodoru 5.6b połączonego z wodorową grupą zaworową 5.7b, która poprzez rurę wznosną 5.9 oraz dolny syfon 2.22 łączy się z dolną częścią bezpiecznika wodnego 2.11. Z bezpiecznika wodnego 2.11 poprowadzony jest przewód dolotowy wodoru 5.8b do palnika z separacją wodoru i tlenu 1.35a. Wymieniony wyżej energoelektryczny moduł mocy 2.24 wyposażony jest w chłodnicę 2.25, podłączoną ze stroną ssawną pompy 1.27 przewodem powrotnym 2.27, zaś ze stroną tłoczną przewodem zasilającym 2.26.

Elektrolizer przeponowy 5.1 w tym przykładzie wykonania po doprowadzeniu zasilania energią elektryczną poprzez energoelektryczny moduł mocy 2.24, generuje gazowy wodór oraz gazowy tlen. Gazy te są w tym przykładzie wykonania od siebie odseparowane i gromadzone w przestrzeni tlenowej 5.1a i w przestrzeni wodorowej 5.1b. Ponieważ elektrolizer przeponowy 5.1 w tym przykładzie wykonania posiada ustaloną, niezmienną polaryzację zasilania elektrod, anoda elektrolizera zawsze będzie generowała w przestrzeni 5.1a tlen, zaś w katoda będzie generowała wodór w przestrzeni 5.1b. Tlen jest doprowadzony za pomocą przewodu tlenowego 5.4a do zbiornika buforowego tlenu 5.2. Wodór generowany wypełnia objętość przestrzeni wodorowej 5.1b, przewodu wodorowego 5.4b oraz zbiornik buforowy wodoru 5.3. Czujniki ciśnienia tlenu 5.5a i ciśnienia wodoru 5.5b umożliwiają pomiar ciśnienia tych gazów w czasie rzeczywistym, zaś sumaryczne objętości przestrzeni wypełnionych przez poszczególne gazy w tym przykładzie wykonania wykazują stosunek objętościowy wodoru względem tlenu jak 2:1.

W przypadku konieczności uzupełnienia poziomu elektrolitu w elektrolizerze, nad lustro wody w zbiorniku wody 2.14 doprowadzany jest tlen, poprzez otwarcie zaworu odcinającego 2.3. Tlen kierowany jest ze zbiornika buforowego tlenu 5.2, poprzez przewód zasilający 5.6a do tlenowej grupy zaworowej 5.7a, skąd następnie jest transportowany przewodem dolotowym tlenu 5.8a do palnika 1,35a z separacją strumienia wodoru i strumienia tlenu.

Wodór natomiast jest kierowany ze zbiornika buforowego wodoru 5.3 poprzez przewód zasilający 5.6b do wodorowej grupy zaworowej 5.7b, skąd poprzez rurę wznosną 5.9 i dolny syfon 2.22 przekazywany jest do bezpiecznika wodnego 2.11, z którego następnie poprzez przewód dolotowy wodoru 5.8b trafia do palnika 1.35a z separacją strumienia wodoru i strumienia tlenu.

Tlenowa grupa zaworowa 5.7a oraz wodorowa grupa zaworowa 5.7b złożona jest z identycznej konfiguracji zaworów w skład których wchodzi: zawór elektromagnetyczny 2.8 oraz zawór regulacyjny 2.9.

Na rysunku fig. 6 pokazano kolejny przykład wykonania zespołu kotła grzewczego według wynalazku. Podzespół kotła grzewczego jest w tym przykładzie wykonania zasilany wodorem i tlenem z podzespołu z elektrolizera przeponowego ze zmienną polaryzacją zasilania elektrod.

Elektrolizer przeponowy 5.1 w tym przykładzie wykonania wyposażony jest w odseparowane od siebie komory 6.1a oraz 6.1b i połączony jest ze zbiornikiem wody 2.14 za pomocą dwóch równoległych zaworów odcinających 2.3a i 2.3b, których wyloty zbiegają się w pojedynczym przewodzie wyrównawczym ciśnienia 2.2a. Zbiornik buforowy 6.2a połączony jest z komorą 6.1a za pomocą przewodu transportowego 6.3a, na którym zainstalowany jest czujnik ciśnienia 6.4a, zaś zbiornik buforowy 6.2b połączony jest z komorą 6.1b za pomocą przewodu transportowego 6.3b wraz z zainstalowanym w nim czujnikiem ciśnienia 6.4b. Wlot czynnika do grupy zaworowej 6.7a połączony jest ze zbiornikiem buforowym 6.2a za pomocą przewodu zasilającego 6.5a, zaś wylot jest rozgałęzionym przewodem, na którego jednym końcu zainstalowany jest zawór odcinający 6.6b, zaś na drugim końcu zawór odcinający 6.6c, połączony z palnikiem z separacją wodoru i tlenu 1.35a przewodem dolotowym tlenu 5.8a. Zbiornik buforowy 6.2b połączony jest z grupą zaworową 6.7b za pomocą przewodu zasilającego 6.5b. Wylot z grupy zaworowej 6.7b jest rozgałęzionym przewodem, na którego jednym końcu jest zainstalowany zawór odcinający 6.6d, którego wylot podłączony jest z przewodem dolotowym tlenu 5.8a, zaś drugi koniec, zwieńczony zaworem odcinającym 6.6a, łączy jego wylot z bezpiecznikiem wodnym 2.11 poprzez rurę wznosną 5.9 oraz dolny syfon 2.22. Wylot z zaworu 6.6b połączony jest z rurą wznosną 5.9. Palnik z separacją wodoru i tlenu 1.35a połączony jest z bezpiecznikiem wodnym 2.11 za pomocą przewodu dolotowego wodoru 5.8b. W innym przykładzie wykonania zawory 6.6a, 6.6b, 6.6c oraz 6.6d mogą być zastąpione pojedynczym zaworem czterodrogowym.

Elektrolizer przeponowy 5.1 po podłączeniu zasilania energią elektryczną generuje na wyjściu po stronie anody tlen, po stronie katody wodór. Możliwa jest zmiana polaryzacji zasilania i wówczas może ona prowadzić na przykład do oczyszczenia powierzchni anody z tlenków na jej powierzchni, powstałych wskutek długotrwałego procesu elektrolizy. Zmiana polaryzacji zasilania może być przeprowadzana cyklicznie po określonym czasie eksploatacji elektrolizera. Taka zmiana pociąga za sobą zmianę funkcji

pracy elektrod w elektrolizerze, czego skutkiem jest konieczność ukierunkowania przepływu konkretnych gazów do ściśle określonych miejsc w urządzeniu. Istnieją dwa możliwe stany pracy elektrolizera.

Pierwszy stan pracy przy standardowej polaryzacji zasilania występuje gdy elektrolizer przeponowy 5.1 po podaniu zasilania energią elektryczną przy biegunowości standardowej zasilania elektrod, generuje w komorze 6.1a tlen, zaś w komorze 6.1b wodór. Komora 6.1a połączona jest przewodem transportowym 6.3a ze zbiornikiem buforowym 6.2a, w którym magazynowany jest tlen. Ciśnienie zgromadzonego gazu jest wskazane czujnikiem ciśnienia 6.4a w zbiorniku buforowym 6.2a. Ze zbiornika buforowego 6.2a, gazowy tlen jest transportowany za pomocą przewodu zasilającego 6.5a do tlenowej grupy zaworowej 5.7a, skąd następnie jest transportowany poprzez przewód dolotowy tlenu 5.8a do palnika 1.35a z separacją strumieni wodoru i tlenu, przy czym zawory odcinające 6.6b oraz 6.6d są zamknięte, zaś zawory odcinające 6.6a oraz 6.6c są otwarte.

Tlen wypełniający komorę 6.1a elektrolizera przeponowego 5.1 służy do wyrównania ciśnienia pomiędzy przestrzenią nad lustrem wody w zbiorniku wody 2.14, poprzez otwarcie zaworu odcinającego 2.3a i transport generowanego tlenu przewodem wyrównawczym ciśnienia 2.2a, w przypadku konieczności uzupełnienia poziomu elektrolitu w elektrolizerze przeponowym 5.1.

Wodór generowany w elektrolizerze przeponowym 5.1 wypełnia komorę 6.1b i jest transportowany do zbiornika buforowego 6.2b przewodem transportowym 6.3b. Ciśnienie zgromadzonego wodoru w zbiorniku buforowym 6.2b jest mierzone w czasie rzeczywistym przez czujnik ciśnienia 6.4b. Wodór ze zbiornika buforowego 6.2b jest transportowany do wodorowej grupy zaworowej 5.7b za pomocą przewodu zasilającego 6.5b, skąd następnie jest transportowany do bezpiecznika wodnego 2.11 poprzez rurę wznosną 5.9 i dolny syfon 2.22. Wodór dopływa do palnika 1,35a z separacją strumieni wodoru i tlenu, poprzez przewód dolotowy wodoru 5.8b przy zamkniętych zaworach odcinających 6.6b, 6.6d oraz otwartych zaworach odcinających 6.6a, 6.6c.

Po zmianie biegunowości zasilania elektrolizera przeponowego 5.1, w komorze 6.1a przepływa wodór, zaś w komorze 6.1b tlen. Poprzez odpowiednie ukierunkowanie przepływu tych gazów za pomocą zaworów odcinających 6.6a, 6.6b, 6.6c i 6.6d, strumień wodoru zawsze przepływa przez bezpiecznik wodny 2.11 do palnika 1.35a z separacją strumieni wodoru i tlenu poprzez przewód dolotowy wodoru 5.8b, zaś tlen zawsze dopływa do tego palnika poprzez przewód dolotowy tlenu 5.8a. Aby osiągnąć pożądany kierunek przepływu strumieni wodoru oraz tlenu, zawory odcinające 6.6a oraz 6.6c muszą być zamknięte, zaś zawory odcinające 6.6b oraz 6.6d otwarte. W tej konfiguracji polaryzacji zasilania elektrolizera przeponowego 5.1, przez wodorową grupę zaworową 5.7b przepływa tlen, zaś przez tlenową grupę zaworową 5.7a przepływa wodór. Dla potrzeb hydrostatycznego uzupełniania elektrolitu w elektrolizerze przeponowym 5.1, tlen dostarczany jest nad lustro wody w zbiorniku wody 2.14 dzięki otwarciu zaworu odcinającego 2.3b.

#### Przykład IV

Na rysunku fig. 7 pokazano dalszy przykład wykonania zespołu kotła grzewczego według wynalazku. W tym przykładzie wykonania palnik 1,35a jest zasilany z zewnętrznych źródeł wodoru i tlenu.

Zbiornik ciśnieniowy tlenu 7a połączony jest z tlenową grupą zaworową 5.7a za pomocą reduktora ciśnienia tlenu 7.2a, na którego odpowiednio wlocie i wylocie zainstalowane są czujniki ciśnienia 7.1a i 7.3a. Wylot z tlenowej grupy zaworowej 5.7a połączony jest z palnikiem z separacją wodoru 1.35a za pomocą przewodu dolotowego tlenu 5.8a. Zbiornik ciśnieniowy wodoru 7b połączony jest z wodorową grupą zaworową 5.7b za pomocą reduktora ciśnienia wodoru 7.2b, na którego odpowiednio wlocie i wylocie zainstalowane są czujniki ciśnienia 7.1b i 7.3b. Wylot z wodorowej grupy zaworowej 5.7b połączony jest z palnikiem z separacją wodoru 1.35a poprzez bezpiecznik wodny 2.11 i przewód dolotowy wodoru 5.8b.

Źródłem wodoru oraz tlenu są w tym przykładzie wykonania zbiorniki zewnętrzne 7a oraz 7b. Wodór oraz tlen doprowadzony jest w tym przykładzie wykonania do palnika 1.35a w układzie kotła grzewczego ze zbiornika ciśnieniowego tlenu 7a oraz zbiornika ciśnieniowego wodoru 7b. Ciśnienie zmagazynowanego tlenu wskazuje czujnik ciśnienia tlenu 7.1a, zaś ciśnienie zmagazynowanego wodoru wskazuje czujnik ciśnienia wodoru 7.1b. Dla obniżenia ciśnienia wodoru oraz tlenu zastosowano w tym przykładzie wykonania odpowiednio reduktor ciśnienia tlenu 7.2a i reduktor ciśnienia wodoru 7.2b. Po stronie niskociśnieniowej reduktorów 7.2a i 7.2b włączono dodatkowe czujniki ciśnienia tlenu 7.3a ciśnienia wodoru 7.3b. Tlen o obniżonym ciśnieniu dopływa do tlenowej grupy zaworowej 5.7a, skąd następnie poprzez przewód dolotowy tlenu 5.8a do palnika 1.35a z separacją strumieni wodoru oraz tlenu. Wodór po zdławieniu ciśnienia dopływa do wodorowej grupy zaworowej 5.7b, skąd następnie

przekazywany jest poprzez bezpiecznik wodny 2.11 i przewód dolotowy wodoru 5.8b do wymienionego palnika 1.35a.

W powyższych przykładach wykonania, poszczególne elementy składowe zespołu wodorowego kotła grzewczego są wymienione w liczbie pojedynczej. Jednakże nie wyklucza to, w innych przykładach wykonania, multiplikacji tych elementów składowych, jeżeli zmnożone elementy składowe stanowią ekwiwalenty elementów wymienionych w liczbie pojedynczej, a multiplikacja tych elementów składowych nie wywołuje rezultatów jakościowo odmiennych.

#### Wykaz oznaczeń na rysunkach

- 1.1. – Przewód dolotowy wody
- 1.2. – Czujnik ciśnienia
- 1.3. – Obudowa
- 1.4. – Komora parowo-wodna
- 1.5. – Czujnik ciśnienia
- 1.6. – Króciec serwisowy
- 1.7. – Woda obiegu wtórnego
- 1.8. – Zawór nadmiarowy
- 1.9. – Przewód upustu pary
- 1.10. – Przewód dolotowy pary
- 1.11. – Górny syfon
- 1.12. – Króciec serwisowy
- 1.13. – Komora spalania
- 1.14. – Zawór odcinający
- 1.15. – Wziernik
- 1.16. – Przewód zasilający
- 1.17. – Przewód przelewowy
- 1.18. – Woda obiegu pierwotnego
- 1.19. – Wymiennik ciepła
- 1.20. – Zbiornik kondensatu
- 1.21. – Przewód powrotny
- 1.22. – Zawór odcinający
- 1.23. – Kondensat
- 1.24. – Przewód ssawny
- 1.25. – Króciec serwisowy
- 1.26. – Przewód obejściowy
- 1.27. – Pompa
- 1.28. – Zawór odcinający
- 1.29. – Zawór odcinający
- 1.30. – Zawór odcinający
- 1.31. – Przewód wlotowy pary
- 1.32. – Króciec wlotowy pary
- 1.33. – Króciec serwisowy
- 1.34. – Przewód zasilania mieszaniną wodoru i tlenu
- 1.35. – Palnik
- 1.35a – Palnik z separacją wodoru i tlenu
- 1.36. – Poziomowskaz
- 1.37. – Zawór regulacyjny
- 1.38. – Przewód parowy
- 2.1. – Króciec serwisowy
- 2.2. – Przewód wyrównawczy ciśnienia
- 2.2a. – Przewód wyrównawczy ciśnienia
- 2.3. – Zawór odcinający
- 2.3a. – Zawór odcinający
- 2.3b. – Zawór odcinający
- 2.4. – Wlot do przewodu wyrównawczego ciśnienia
- 2.5. – Przewód wyjściowy elektrolizera

- 2.6. – Czujnik ciśnienia
- 2.7. – Przewód wyjściowy
- 2.8. – Zawór elektromagnetyczny
- 2.9. – Zawór regulacyjny
- 2.10. – Przewód dolotowy wodoru oraz tlenu
- 2.11. – Bezpiecznik wodny
- 2.12. – Przewód mieszaniny wodorowo-tlenowej
- 2.13. – Króciec serwisowy
- 2.14. – Zbiornik wody
- 2.15. – Przewód dolotowy wody
- 2.16. – Rura opadowa
- 2.17. – Poziomowskaz
- 2.18. – Zawór odcinający
- 2.19. – Elektrolizer bezprzeponowy
- 2.20. – Zbiornik buforowy mieszaniny wodoru oraz tlenu
- 2.21. – Króciec serwisowy
- 2.22. – Dolny syfon
- 2.23. – Króciec spustowy
- 2.24. – Energoelektroniczny moduł mocy
- 2.25. – Chłodnica
- 2.26. – Przewód zasilający
- 2.27. – Przewód powrotny
- A. – Kołnierz komory parowo-wodnej
- B. – Ściana komory parowo-wodnej
- C. – Pręt gwintowany
- D. – Ściana komory spalania
- F. – Uszczelnienie
- G. – Elektroda zapłonowa
- H. – Kanał dopływowy pary wodnej
- I. – Elektroda jonizacyjna
- J. – Uszczelka
- 5.1. – Elektrolizer przeponowy
- 5.1a. – Komora tlenowa
- 5.1b. – Komora wodorowa
- 5.2. – Zbiornik buforowy tlenu
- 5.3. – Zbiornik buforowy wodoru
- 5.4a. – Przewód tlenowy
- 5.4b. – Przewód wodorowy
- 5.5a. – Czujnik ciśnienia tlenu
- 5.5b. – Czujnik ciśnienia wodoru
- 5.6a. – Przewód zasilający tlenu
- 5.6b. – Przewód zasilający wodoru
- 5.7a. – Tlenowa grupa zaworowa
- 5.7b. – Wodorowa grupa zaworowa
- 5.8a. – Przewód dolotowy tlenu
- 5.8b. – Przewód dolotowy wodoru
- 5.9. – Rura wznosna
- 6.1a. – Komora
- 6.1b. – Komora
- 6.2a. – Zbiornik buforowy
- 6.2b. – Zbiornik buforowy
- 6.3a. – Przewód transportowy
- 6.3b. – Przewód transportowy
- 6.4a. – Czujnik ciśnienia
- 6.4b. – Czujnik ciśnienia
- 6.5a. – Przewód zasilający

- 6.5b. – Przewód zasilający
- 6.6a. – Zawór odcinający
- 6.6b. – Zawór odcinający
- 6.6c. – Zawór odcinający
- 6.6d. – Zawór odcinający
- 6.7a. – Grupa zaworowa
- 6.7b. – Grupa zaworowa
- 7a. – Zbiornik ciśnieniowy tlenu
- 7b. – Zbiornik ciśnieniowy wodoru
- 7.1a. – Czujnik ciśnienia tlenu
- 7.1b. – Czujnik ciśnienia wodoru
- 7.2a. – Reduktor ciśnienia tlenu
- 7.2b. – Reduktor ciśnienia wodoru
- 7.3a. – Czujnik ciśnienia tlenu
- 7.3b. – Czujnik ciśnienia wodoru

### Zastrzeżenia patentowe

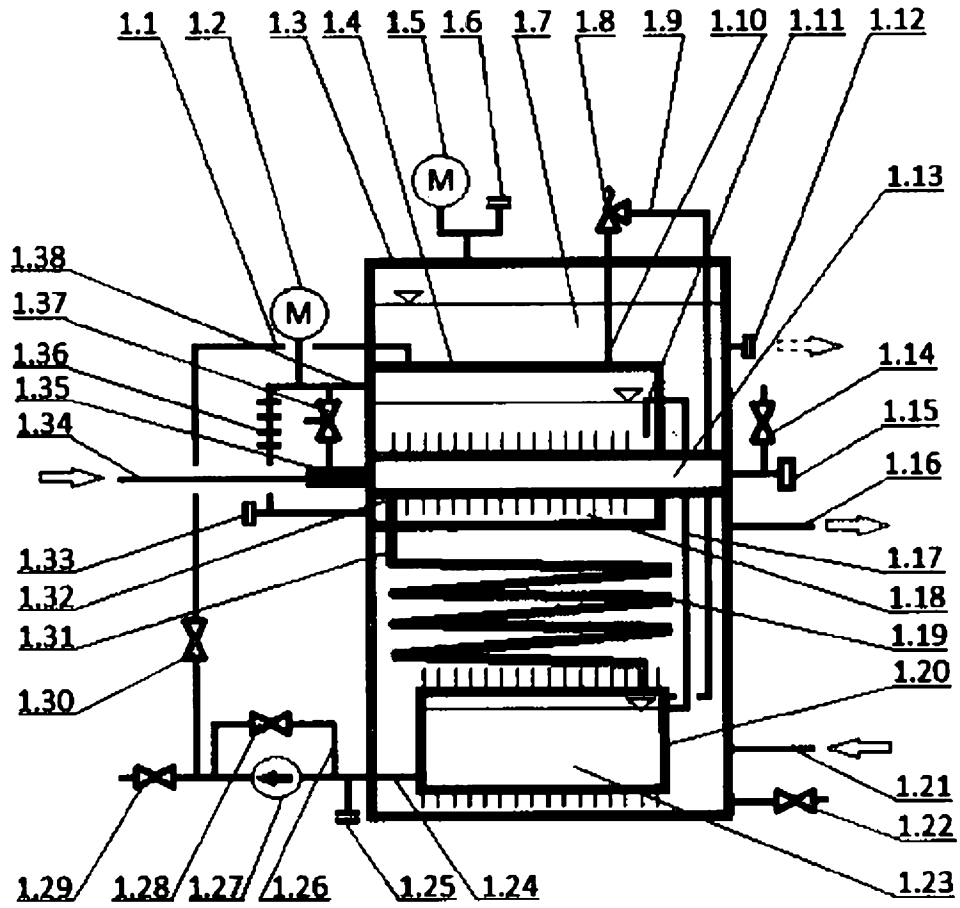
1. Zespół wodorowego kotła grzewczego zawierający obudowę (1.3),
  - wewnątrz której zamocowana jest komora parowo-wodna (1.4),
  - zawierająca wewnątrz komorę spalania (1.13) z palnikiem (1.35, 1.35a),
  - zanurzoną w czynniku grzewczym w postaci wody wypełniającej wnętrze wymienionej komory parowo-wodnej (1.4),
  - przy czym obudowa (1.3) zawiera wewnątrz zbiornik kondensatu (1.20),
  - zaś komora parowo-wodna (1.4), poprzez króciec wlotowy pary (1.32) oraz przewód wlotowy pary (1.31) połączona jest poprzez wymiennik ciepła (1.19) ze zbiornikiem kondensatu (1.20),
  - gdzie komora parowo-wodna (1.4) połączona z wymiennikiem ciepła (1.19) oraz ze zbiornikiem kondensatu (1.20), wypełnione czynnikiem grzewczym, stanowią pierwotny obieg grzewczy kotła,
  - natomiast wewnątrz obudowy (1.3) kotła wypełnione jest czynnikiem grzewczym (1.7) obiegu wtórnego kotła, zasilającego odbiorniki zewnętrzne ciepła,

**znamienny tym, że**

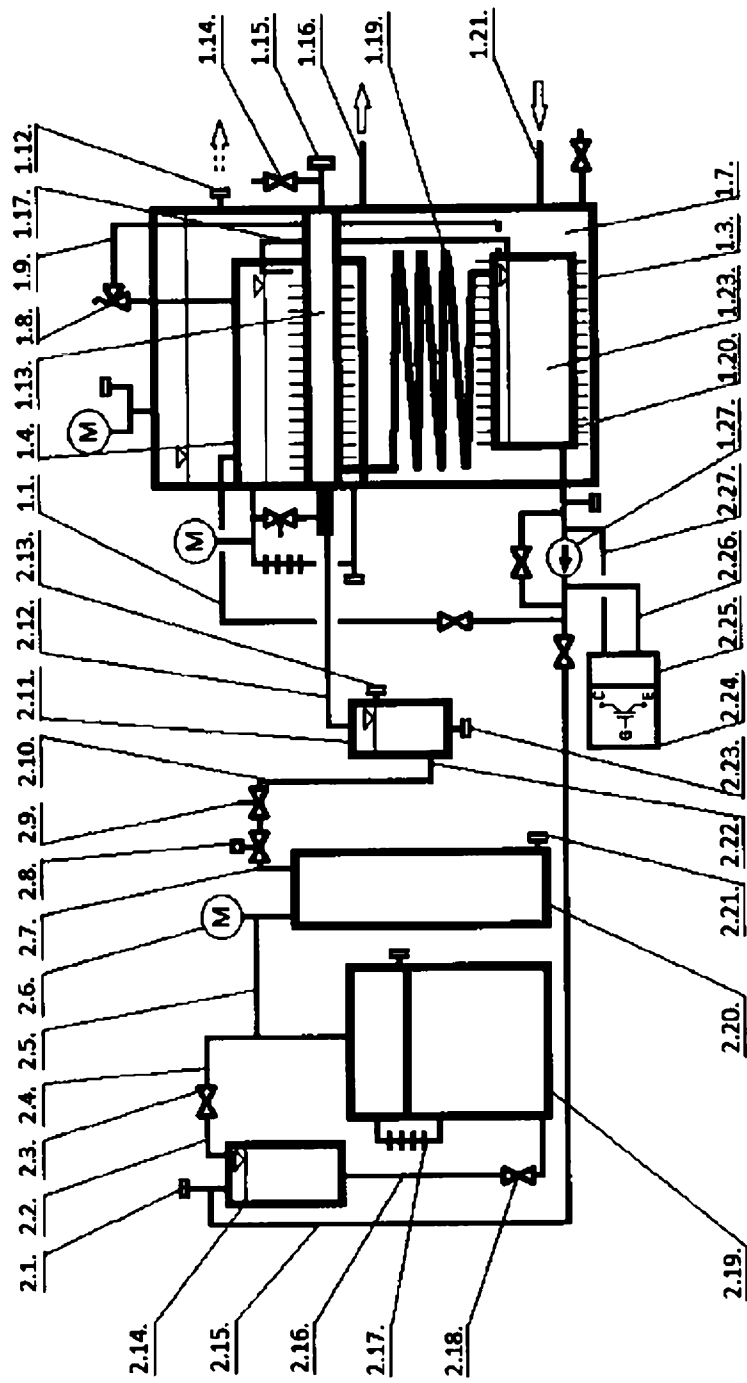
  - komora spalania (1.13) stanowi reaktor usytuowany we wnętrzu komory parowo-wodnej (1.4) stanowiącej fragment obiegu pierwotnego czynnika grzewczego,
  - gdzie komora parowo-wodna (1.4) zawiera górny syfon (1.11) połączony przewodem przelewowym (1.17) ze zbiornikiem kondensatu (1.20),
  - przy czym palnik (1.35, 1.35a) stanowi palnik wodorowo-tlenowy, wraz z instalacją zapłonową,
  - przy czym do palnika (1.35, 1.35a) doprowadzony jest co najmniej jeden wspólny przewód (1.34) zasilania palnika (1.35) tlenem i wodorem, lub oddzielny przewód (5.8a) zasilania tlenem palnika (1.35a) i oddzielny przewód (5.8b) zasilania wodorem palnika (1.35a), oraz co najmniej jeden przewód parowy (1.38).
  - komora parowo-wodna (1.4), wymiennik ciepła (1.19) oraz zbiornik kondensatu (1.20) zanurzone są w czynniku grzewczym (1.7) obiegu wtórnego.
2. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przewód parowy (1.38) jest połączony z komorą spalania (1.13) poprzez palnik (1.35, 1.35a), z komorą parowo-wodną (1.4) w części ponad lustrem cieczy i zawiera zawór regulacyjny (1.37).
3. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 2, **znamienny tym**, że przewód parowy (1.38) wyposażony jest w układ sterowania elektromechanicznego z poziomowskazem (1.36) oraz z czujnikiem (1.2) ciśnienia pary wodnej.
4. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że część wypełniona parą wodną komory parowo-wodnej (1.4) połączona jest z zaworem nadmiarowym (1.8), przez przewód dolotowy pary (1.10) którego wylot jest zlokalizowany w komorze parowo-wodnej (1.4) ponad lustrem wody.

5. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 4, **znamienny tym**, że zawór nadmiarowy (1.8) połączony jest poprzez przewód upustu pary (1.9) ze zbiornikiem kondensatu (1.20).
6. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wylot króćca wlotowego (1.32) pary znajduje się w komorze spalania (1.13) w pobliżu otworu wylotowego palnika wodorowo-tlenowego (1.35, 1.35a).
7. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że na końcu komory spalania (1.13) znajduje się wziernik (1.15) oraz zawór odcinający (1.14).
8. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że komora parowo-wodna (1.4) zawiera przewód dolotowy wody (1.1) wraz z zaworem odcinającym (1.30), połączony z wyjściem z pompy (1.27) obiegu pierwotnego.
9. Zespół wodorowego kotła według jednego z zastrzeżeń od 1 do 8, **znamienny tym**, że palnik (1.35) w komorze spalania wyposażony jest w przewód wlotowy (2.12) mieszaniny wodoru i tlenu który jest połączony poprzez bezpiecznik wodny (2.11) ze zbiornikiem buforowym (2.20) mieszaniny wodoru i tlenu połączonym z elektrolizerem bezprzeponowym (2.19) wody, wyposażonym w energoelektroniczny moduł mocy (2.24).
10. Zespół wodorowego kotła według zastrz. 9, **znamienny tym**, że palnik wodorowo-tlenowy (1.35) zawiera przewód (1.38) wlotu do komory spalania (1.13) pary wodnej z komory parowo-wodnej (1.4), przy czym kanał dopływowy pary wodnej (H) umieszczony jest koncentrycznie wokół przewodu (1.34) zasilania mieszaniną wodoru i tlenu palnika (1.35).
11. Zespół wodorowego kotła według zastrzeżenia 1, **znamienny tym**, że zbiornik kondensatu (1.20) jest połączony przewodem dolotowym wody (2.15) ze zbiornikiem wody (2.14).
12. Zespół wodorowego kotła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że palnik (1.35a) jest połączony z oddzielnymi przewodami zasilania wodorem i tlenem, gdzie przewód dolotowy tlenu (5.8a) połączony jest poprzez zbiornik buforowy tlenu (5.2) z przestrzenią tlenową (5.1a) elektrolizera przeponowego (5.1) ze stałą polaryzacją, zaś przewód zasilania wodorem (5.8b) połączony jest poprzez zbiornik buforowy wodoru (5.3) z przestrzenią wodorową (5.1b) elektrolizera przeponowego (5.1) ze stałą polaryzacją.
13. Zespół wodorowego kotła według zastrz. 12, **znamienny tym**, że palnik (1.35a) zawiera kanał dopływowy pary wodnej (H) do komory spalania (1.13) z komory parowo-wodnej (1.4), przy czym przewód dolotowy tlenu (5.8a) jest umieszczony koncentrycznie wokół przewodu dolotowego wodoru (5.8b), zaś przewód dopływowy pary wodnej (H) umieszczony jest również koncentrycznie wokół przewodu dolotowego tlenu (5.8a), do palnika (1.35).
14. Zespół wodorowego kotła, według jednego z zastrzeżeń od 1 do 12, **znamienny tym**, że energoelektroniczny moduł mocy (2.24) elektrolizera (2.19, 5.1) wyposażony jest w chłodnicę (2.25).
15. Zespół wodorowego kotła, według zastrz. 14, **znamienny tym**, że chłodnica (2.25) jest podłączona z wodą obiegu pierwotnego (1.18) poprzez przewód powrotny (2.27) na stronie ssawnej pompy (1.27) oraz poprzez przewód zasilający (2.26) po stronie tłocznej wymienionej pompy (1.27).

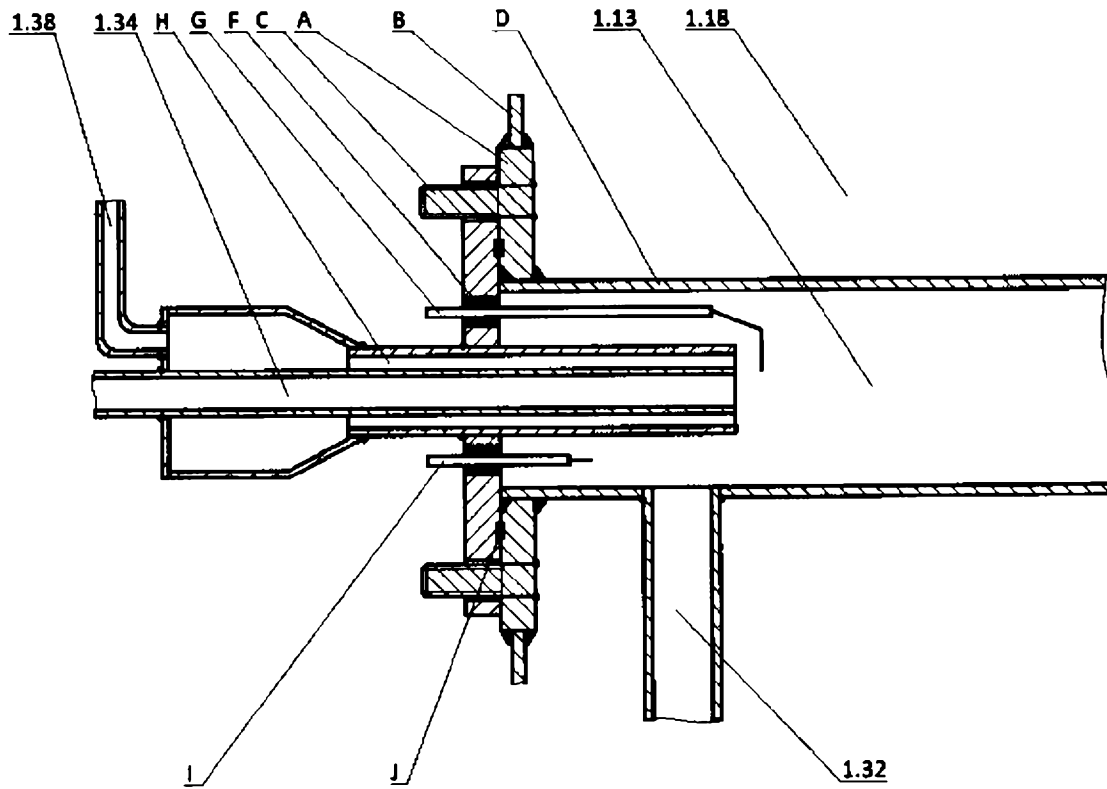
Rysunki



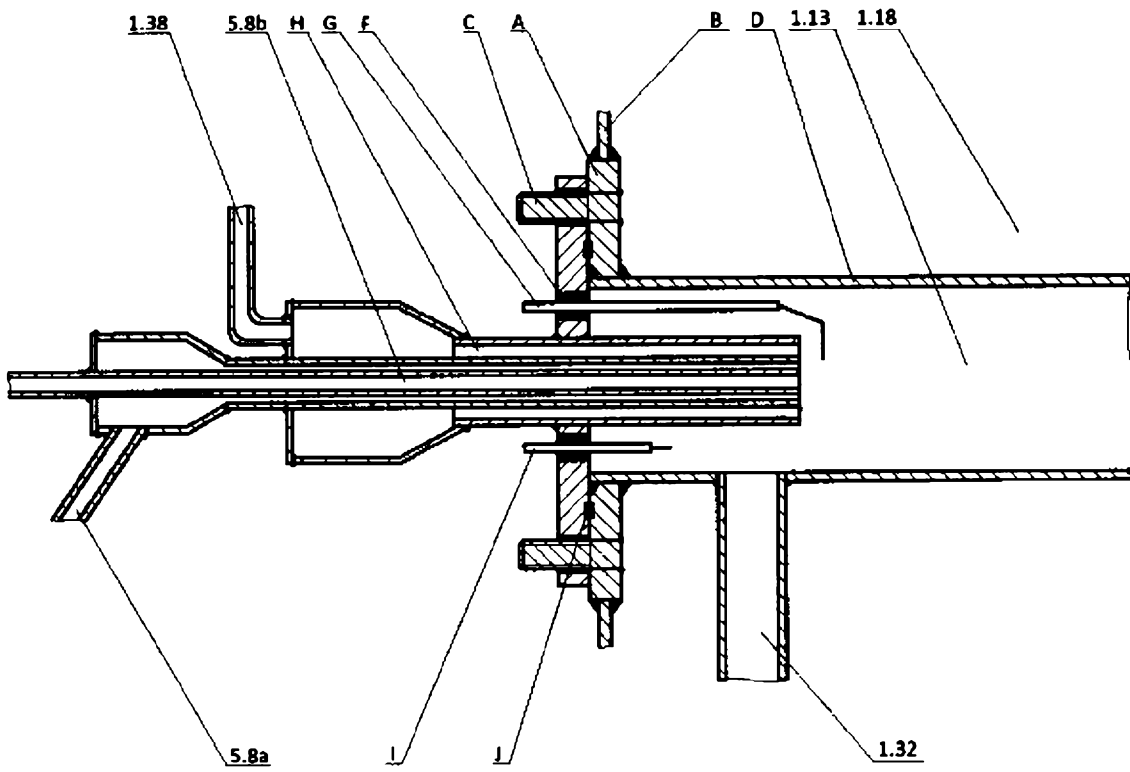
**Fig. 1**



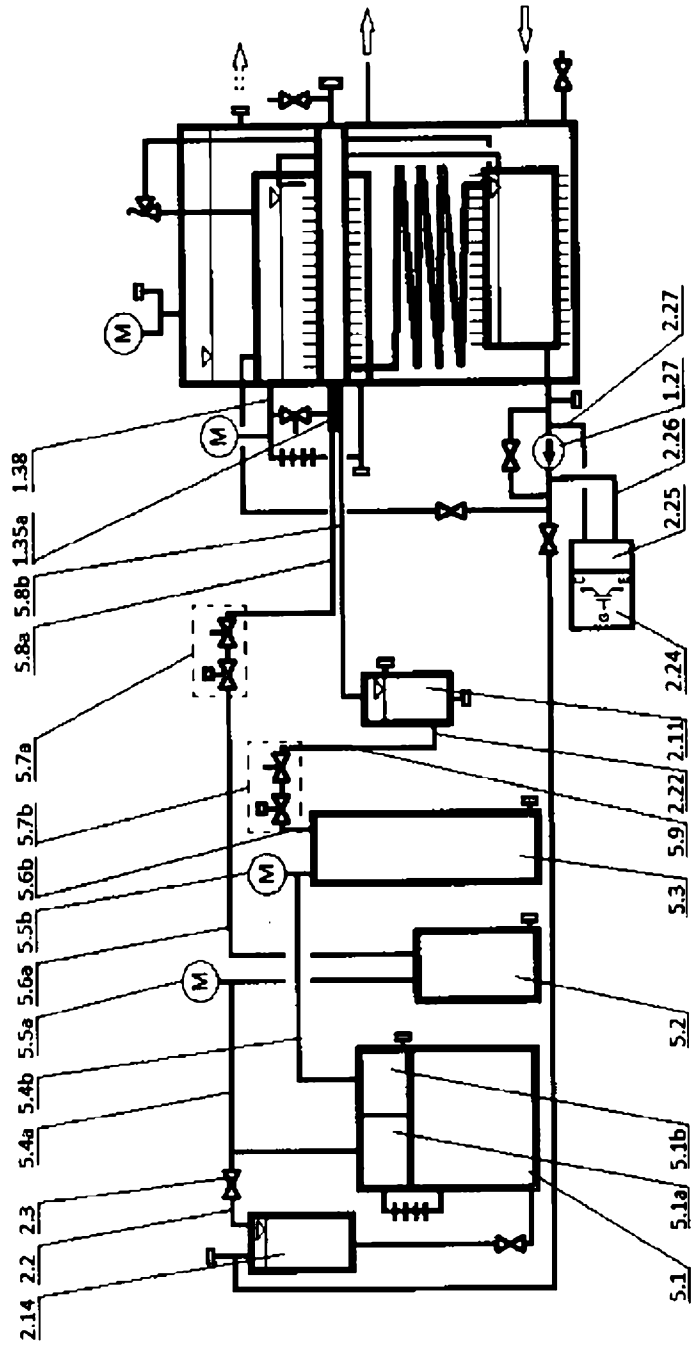
**Fig. 2**



**Fig. 3**

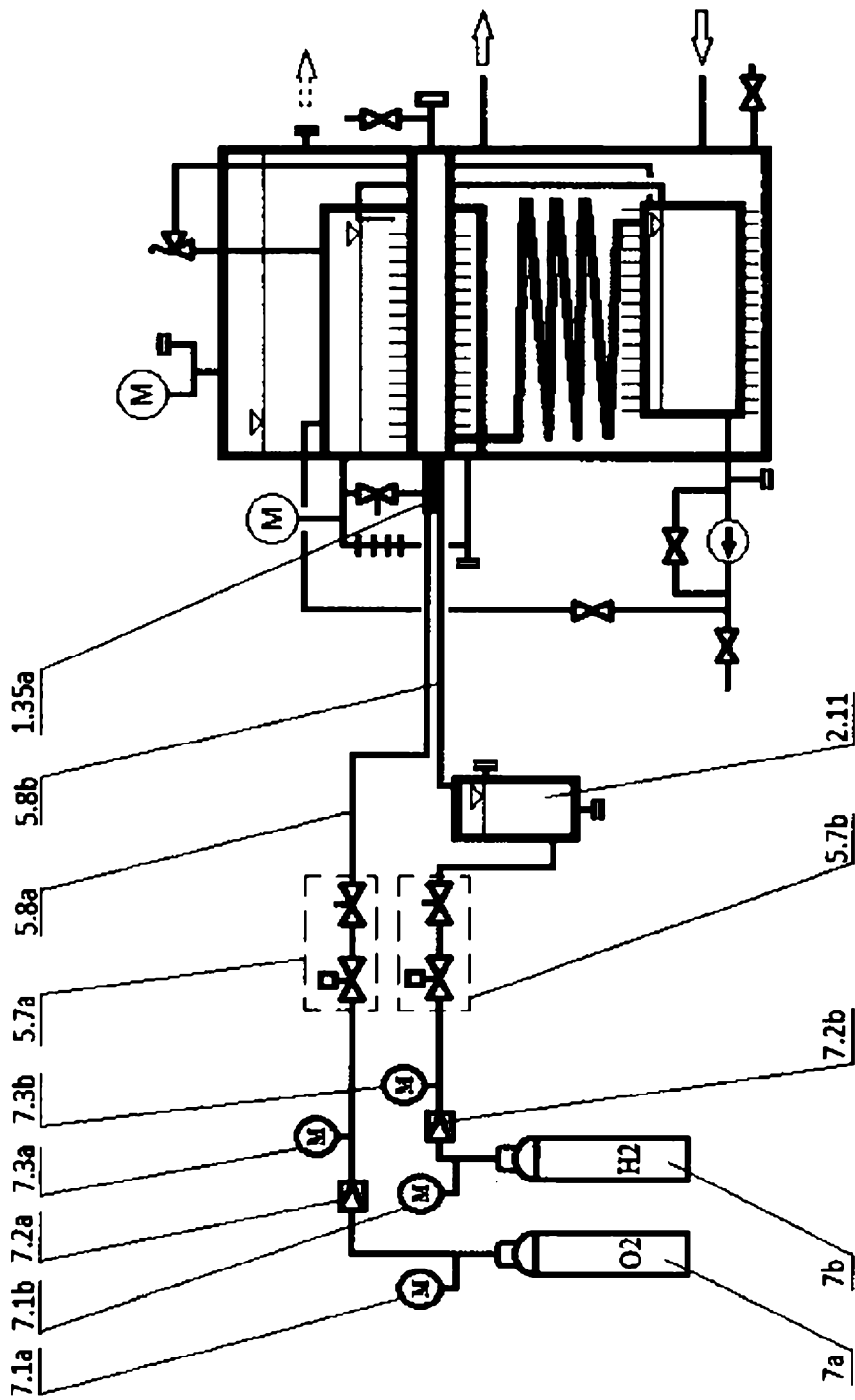


**Fig. 4**



**Fig. 5**





**Fig. 7**