



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

MKP F02c 3/04
F02c 3/22

Zgłoszono: 20.12.74 (P. 176 688)

Pierwszeństwo: 22.12.73 Szwajcaria

Int. Cl.² F02C 3/04
F02C 3/22

Zgłoszenie ogłoszono: 03.11.75

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1978

Twórca wynalazku: _____

Uprawniony z patentu: BBC Aktiengesellschaft Brown, Boveri and Cie,
Baden (Szwajcaria)

Siłownia cieplna

1

Przedmiotem wynalazku jest siłownia cieplna, składająca się zasadniczo z silnika cieplnego, z wytwornicy sprężonego gazu do wytwarzania gazu generatorowego z węgla, który to gaz po oddzieleniu pyłu lotnego i siarki służy jako paliwo dla siłowni, jak również z zespołu zasilającego, którego sprężarka spręża niezbędne dla wytwornicy sprężonego gazu powietrze i którego turbina gazowa napędzana jest niespalonym gazem generatorowym z wytwornicy sprężonego gazu.

Przy wytwarzaniu gazu generatorowego z węgla pod ciśnieniem, wymiary wytwornicy gazu stanowią tylko ułamek wymiarów generatora pracującego przy ciśnieniu atmosferycznym. Zgazowanie pod ciśnieniem jest przede wszystkim korzystne wtedy, gdy jako silnik cieplny, zastosowana jest turbina gazowa lub turbina parowa.

Dla uzyskania niezbędnego do zgazowywania węgla pod ciśnieniem sprężonego powietrza stosowany jest zazwyczaj zespół zasilający, składający się z turbiny gazowej i sprężarki. Zespół zasilający stosowany jest także jako silnik, w którym powstaje nadmiar mocy, którą napędzany jest elektryczny generator.

Generator gazu nie zawiera żużla, ale znaczne ilości pyłu w postaci lotnego popiołu i trochę lotnego koksiku, nazywanych w dalszym ciągu opisu pyłem lotnym, który powoduje erozję we wszystkich podłączonych do wytwornicy gazu sprężonego turbinach gazowych. Aby temu zapobiec, pył

2

lotny usuwa się z wytwornicy gazu przed turbiną gazową. Odbywa się to w chłodnicy płuczającej, która przewidziana jest do odsiarczania gazu generatorowego tak, że oddzielanie obydwu zanieczyszczeń następuje w jednej operacji.

Od dawna stosowana jest chłodnica tego rodzaju podłączona do zespołu zasilającego przed turbiną gazową, znana z czasopisma „Brennstoff-Wärme-Kraft” 23/1971/6, strony 258—262. Wadą tego rozwiązania jest, że płukanie połączone jest ze znacznym wychładzaniem wytwornicy gazu, przy czym strata ciepła wynosi około 10% ciepła uzyskanego z węgla. Nie wystarcza wówczas energii dla sprężenia i gaz generatorowy musi być znów podgrzewany przed turbiną gazową, aby mógł dostarczyć niezbędnej mocy dla pracy sprężarki.

Celem wynalazku jest zmniejszenie występujących przy oddzielaniu pyłu lotnego i siarki strat ciepła w siłowni cieplnej, która obejmuje wytwornicę gazu.

Cel ten został osiągnięty przez oddzielne usuwanie pyłu lotnego i siarki, przez zastosowanie separatora suchego pyłu lotnego na drodze przepływu nieoziębionego gazu generatorowego przed turbiną gazową lub wbudowanie go w turbinę gazową, oraz umieszczenie na drodze przepływu rozprężonego w turbinie gazowej gazu generatorowego, urządzenia odsiarczającego.

Oddzielanie suchego pyłu lotnego nie wpływa na

energię zawartą w gazie generatorowym i zespół zasilający spręża powietrze niezbędne dla wytwornicy sprężonego gazu do przewidzianej wartości ciśnienia. Urządzenie odsiarczające umieszczone jest dopiero za turbiną gazową zespołu zasilającego tak, że przy przepływie, urządzenie to pochłania stosunkowo niewielką ilość ciepła z gazu generatorowego. Nie jest także potrzebne dodatkowe podgrzewanie gazu generatorowego po odsiarczeniu, ponieważ jest on bezpośrednio kierowany do komory spalania lub do wytwornicy pary. Przez tę podwójną oszczędność ciepła cały proces staje się bardziej ekonomiczny.

Każdy separator suchy, a w tym przypadku przeważnie separator odśrodkowy, oznacza znaczną stratę ciśnienia. Można jej uniknąć gdy separator zintegrowany jest z turbiną gazową zespołu zasilającego. W miejscu gdzie przepływ wykazuje składową obwodową pobierany może być pył lotny razem z niewielką ilością gazu, co jest szczególnie skuteczne po pierwszych obrotach turbiny gazowej, kiedy może być wykorzystany nie tylko moment obrotowy przepływu lecz także odwirowywanie pyłu lotnego przez łopatkowanie wirnika. Po oczyszczeniu z pyłu lotnego wyciągnięty gaz może być znów doprowadzony do procesu tak, że praktycznie nie traci się w ogóle gazu generatorowego.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia siłownię z turbiną gazową jako silnikiem, fig. 2 — część siłowni parowej z wytwornicą pary, fig. 3 — turbinę gazową zespołu zasilającego w przekroju osiowym.

Jak pokazano na fig. 1 powietrze do zgazowywania węgla i powietrze spalania sprężane jest razem przez sprężarkę 1 do np. 10 barów. W miejscu 2 przewód powietrzny 3 odprowadza niewielką ilość powietrza, doprowadzanego przewodem 4 do zespołu zasilającego wytwornicy sprężonego gazu 7 składającego się ze sprężarki 5 i turbiny gazowej 6. W sprężarce 5 powietrze to sprężane jest do większej wartości ciśnienia i doprowadzane następnie do wytwornicy sprężonego gazu 7, gdzie służy ono do zgazowywania węgla, który dostarczany jest przez wysp 8. Wychodzący z wytwornicy sprężonego gazu 7 do przewodu 9 gaz generatorowy posiadający temperaturę od 400—600°C i ciśnienie około 20 barów, jest doprowadzany do turbiny gazowej 6.

Aby zapobiec erozji w turbinie gazowej, powodowanej przez wędrujący wraz z gazem generatorowym pył lotny, w przewód 9 wbudowany jest separator odśrodkowy 10, np. separator van Tongerena, w którym gaz generatorowy oczyszczany jest z pyłu lotnego. Oziębienie gazu i ponowne podgrzewanie, które było dotychczas niezbędne, jest w tym przypadku niepotrzebne. Separator posiada stopień oddzielania wynoszący co najmniej 90%. Gaz generatorowy doprowadzany jest następnie przewodem 11 do urządzenia do odsiarczania 12, gdzie jest on oczyszczany z siarki, po czym przewodem 11 doprowadzany jest dalej do komory spalania 13 turbiny gazowej 14, do której doprowadzane jest równocześnie przewodem 3, powietrze

spalania. Turbina gazowa 14 napędza i generator elektryczny 15.

Ponieważ gaz generatorowy wychodzący z separatora odśrodkowego 10 posiada jeszcze stosunkowo wysoką temperaturę, turbina gazowa 6 może napędzać nie tylko sprężarkę 5, lecz także oddawać jeszcze energię na zewnątrz. Można jednak także zrezygnować z tego nadmiaru energii i dopuścić do dużego spadku ciśnienia w wytwornicy sprężonego gazu 7 i w urządzeniu do odsiarczania. W rozwiązaniu według wynalazku istnieje jeszcze inna możliwość. Pomiędzy przewodami 9 i 11 znajduje się odgałęzienie 16 umieszczone wokół turbiny gazowej 6, zaopatrzone w zawór regulacyjny 17. Regulacja ilości gazu generatorowego przepuszczanego przez to odgałęzienie 16, umożliwia regulowane działanie zespołu zasilającego i każdorazowo dobór odpowiednio do obciążenia, ilości powietrza wprowadzanego do wytwornicy sprężonego gazu.

Przy zastosowaniu rozwiązania według wynalazku do siłowni parowej, komora spalania zastąpiona jest wytwornicą pary 18, w której spala się gaz generatorowy i wraz z gazem spalania wytwarzana jest para, dla silnika. Sprężarka 1, która tu także dostarcza powietrze do zgazowania węgla pod ciśnieniem i powietrze spalania, tworzy razem z turbiną gazową 14 zespół zasilający dla wytwornicy pary, połączony z silnikiem ruchowym 19 i sprzęgłem 20.

W obydwu opisanych wyżej siłowniach gaz generatorowy oczyszczany jest z pyłu lotnego w separatorze odśrodkowym bez uprzedniego chłodzenia. Suche oddzielanie, które jest bardzo skuteczne i proste, odbywa się praktycznie bez straty ciepła.

Surowy gaz generatorowy zawiera do 6 gram pyłu na 1 kg gazu ≈ 6000 ppm/. Już ułamek tej ilości pyłu mógłby spowodować zniszczenie w krótkim czasie turbiny gazowej.

Separator lotnego pyłu może być wykonany oddzielnie poza turbiną gazową, jak to przedstawiono na fig. 1 i 2, jak również i w postaci z nią zintegrowanej. Rozwiązanie takie przedstawiono na fig. 3. Króciec wejściowy 21, jest zaopatrzony na wewnętrznej powierzchni w co najmniej częściową wykładzinę z materiału odpornego na erozję i wykonany jest w postaci spirali, która powoduje zawinięcie przepływu. Przed osiągnięciem pierwszego koła wirnikowego 22, lotny pył płynący wraz z gazem generatorowym wskutek zawirowania wzdłuż ścian ograniczających, zostaje odprowadzony, wraz z niewielką ilością gazu, przez szczelinę obwodową 23 do przestrzeni pierścieniowej 24. W tym celu wystaje w kierunku przepływu dolna krawędź szczeliny 23.

Aby zapobiec erozji przy wejściu do szczeliny, części 25 i 26 ograniczające szczelinę wykonane są z twardego metalu i są one wymienne. Oddzielony lotny pył jest następnie oddzielany na sicie o gęstych oczkach i oczyszczony a odciągnięty wraz z pyłem gaz jest znów doprowadzany do turbiny gazowej i znów oczyszczany wraz z gazem generatorowym. Pył może być także odprowadzany bezpośrednio do wolnej przestrzeni,

Jak pokazano na fig. 3, szczelina obwodowa do oddzielania lotnego pyłu może być także umieszczona za pierwszym kołem wirnikowym. Jeżeli nie ma spirali wejściowej lecz pierwsze koło wirnikowe, to lotny pył jest przed nim równomiernie rozdzielony w gazie generatorowym tak, że jego działanie erozyjne jest niewielkie. Na pierwszym kole wirnikowym pył jest odwirowywany, ponieważ mógłby powodować działanie erozyjne przy stopkach łopatek wirnikowych, co doprowadzić mogłoby do awarii łopatek. Odwirowany lotny pył, odprowadzany przez szczelinę obwodową 27, dociera do przestrzeni pierścieniowej 28. Także i tutaj element 29 wraz z ostatnią w kierunku przepływu wystającą krawędzią 27 wykonany jest z twardego metalu i jest wymienny. Znajdująca się naprzeciw tylnej krawędzi powierzchnia elementu konstrukcyjnego 30, który tworzy wlot szczeliny 27, pokryta jest materiałem odpornym na erozję.

Zrozumiałe jest, że wybrany może być jeden lub drugi układ szczeliny obwodowej, ale mogą być także zastosowane obydwie możliwości jednocześnie, co przede wszystkim wchodzi w grę wtedy, gdy wymagany jest szczególnie czysty gaz generatorowy. W pierwszej szczelinie jest wtedy wychwytywany pył lotny odwirowywany na zewnątrz przez zawirowanie w spirali wejściowej, w drugiej szczelinie, ewentualnie pozostała reszta pyłu. Następnie, we wszystkich miejscach narażonych na erozję powodowaną przez pył lotny, zastosowane mogą być części z twardego metalu, które, jeśli potrzeba, mogą być również wymienne lub nałożona może być na te miejsca powłoka z odpornego na erozję materiału np. ze stopu kobaltu z dodatkiem wolframu, chromu i węgla, który znany jest pod nazwą stelliit. Nanośnienie odbywać się może przykładowo za pomocą natryskiwania płomieniowego lub plazmowego.

Korzystnym jest wykonanie szczeliny o małej szerokości i utrzymywanie w przylegających komorach pierścieniowych ciśnienia mniejszego aniżeli w tunelu aerodynamicznym tak, że w szczelinach wytwarza się działanie ssące, przez co zwiększa się stopień oddzielania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Siłownia cieplna, składająca się zasadniczo z silnika cieplnego, z wytwornicy sprężonego gazu do wytwarzania gazu generatorowego z węgla, który to gaz po oddzieleniu pyłu lotnego i siarki służy jako paliwo dla siłowni, jak również z zespołu zasilającego, którego sprężarka spręża niezbędne dla wytwornicy sprężonego gazu powietrze i którego turbina gazowa napędzana jest niespalonym gazem generatorowym z wytwornicy sprężonego gazu, **znamienna tym**, że do oddzielnego usuwania pyłu lotnego i siarki, zawiera suchy separator (10) pyłu lotnego, umieszczony na drodze przepływu nieoziębionego gazu generatorowego, przed turbiną gazową (6), zespołu zasilającego lub wbudowany w tę turbinę gazową oraz urządzenie odsiarczające (12), umieszczone na drodze przepływu rozprężonego w turbinie gazowej (6) gazu generatorowego.

2. Siłownia według zastrz. 1, **znamienna tym**, że turbina gazowa (6) ma w zewnętrznej ścianie ograniczającej tunelu aerodynamicznego, szczelinę obwodową (23), (27), przy czym krawędź szczeliny (23), (27) wystaje w kierunku przepływu wskutek czego odwirowany lotny pył wraz z niewielką ilością gazu jest kierowany do szczeliny (23), (27).

3. Siłownia według zastrz. 2, **znamienna tym**, że szczelina obwodowa (27) umieszczona jest za pierwszym kołem wirnikowym (22) turbiny gazowej (6).

4. Siłownia według zastrz. 2, **znamienna tym**, że szczelina obwodowa posiada niewielką szerokość a ciśnienie gazu wciąganego do szczeliny (23, 27) jest znacznie większe od ciśnienia w tunelu aerodynamicznym.

5. Siłownia według zastrz. 2, **znamienna tym**, że w miejscach narażonych na erozję, spowodowaną lotnym pyłem, zawiera części wymienne wykonane z twardego metalu.

6. Siłownia według zastrz. 2, **znamienna tym**, że w miejscach narażonych na erozję, spowodowaną lotnym pyłem, zawiera powłokę z materiału odpornego na erozję.

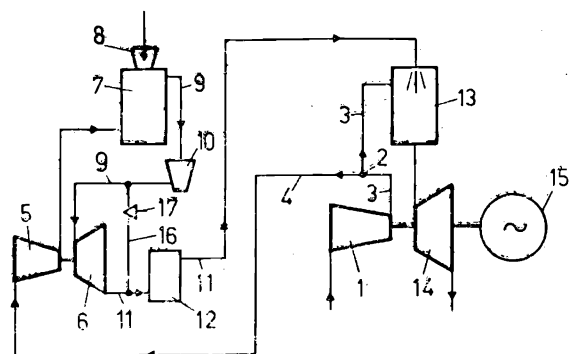


FIG. 1

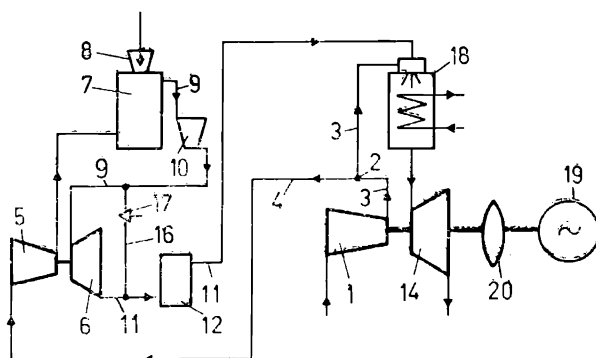


FIG. 2

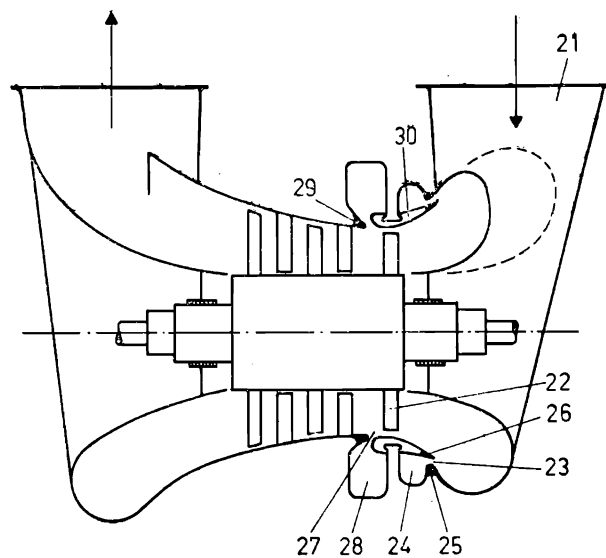


FIG. 3