

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

65757

Patent dodatkowy
do patentu

Kl. 14h, 11/02

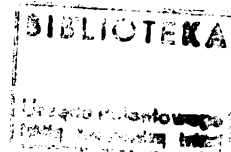
Zgłoszono: 17.III.1970 (P 139 446)

Pierwszeństwo:

MKP F01k 11/02

Opublikowano: 15.XI.1972

UKD



Twórca wynalazku: Robert Szewalski

**Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Maszyn Przepływowych),
Gdańsk (Polska)**

Sposób realizacji obiegu energetycznego turbiny parowej na parametry nadkrytyczne

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób realizacji obiegu energetycznego turbiny parowej na parametry nadkrytyczne.

Znanych jest wiele sposobów realizacji obiegu energetycznego turbiny parowej zmierzających do maksymalnego podniesienia sprawności obiegu, a tym samym zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa. Podstawowymi środkami technicznymi tych znanych sposobów, w zakresie konwencjonalnego jednoczynnikowego obiegu energetycznego, są podnoszenie parametrów początkowych pary, ciśnienia i temperatury, przy możliwie niskiej podyktowanej temperaturą wody chłodzącej w skraplaczu wartości ciśnienia końcowego ekspansji, a dalej stosowanie regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej przy pomocy pary kondensującej się, opuszczanej w trakcie ekspansji w turbinie, oraz przegrzewanie pary w trakcie ekspansji w turbinie, ewentualnie nawet dwukrotnie.

Stosowanie tych znanych środków technicznych podlega pewnym ograniczeniom. Wzrost wysokości temperatury początkowej pary, korzystny zarówno z uwagi na osiągalną sprawność obiegu jak i sprawność wewnętrznej turbiny, jest ograniczony własnościami wytrzymałościowymi materiałów konstrukcyjnych w warunkach wysokich temperatur. Dla stali stopowych typu ferrytycznego granica ta wynosi aktualnie 535° do 540°C, dla wyższych gatunków stali odpowiednio 565° do 590°C.

Dopuszczalny wzrost początkowego ciśnienia pary zależy od związanego z mocą turbiny masowego natężenia

2

przepływu pary na wlocie. Dla zespołu o mocy rzędu 500 MW w znanych rozwiązaniach stosuje się ciśnienie podkrytyczne rzędu 170 bar lub — korzystniej — nadkrytyczne rzędu 240 bar, przy ewentualnie równoległym stosowaniu wtórnego przegrzewu pary w trakcie ekspansji celem uniknięcia nadmiernego zawilgocenia pary na wylocie z turbiny.

Znany regeneracyjny podgrzew wody zasilającej realizuje się przy pomocy pary kondensującej się, opuszczanej z większej liczby, w turbinach dużej mocy zazwyczaj 6 do 8, upustów. Osiąga się przy tym podgrzanie wody zasilającej do 250—300°C, zależnie od wysokości ciśnienia pierwszego upustu. W porównaniu do obiegu energetycznego bez regeneracji osiąga się na tej drodze wzrost sprawności o około 14%. Wreszcie międzystopniowy wtórny przegrzew pary w trakcie ekspansji umożliwia dalszy wzrost sprawności znanych obiegu energetycznych o 3 do 4%.

Całość opisanych znanych środków technicznych umożliwia uzyskanie w jednoczynnikowym konwencjonalnym obiegu energetycznym siłowni parowo-turbiny sprawności całkowitej (termicznej) rzędu 41%.

Znany jest również sposób podwyższenia sprawności obiegu energetycznego za pomocą skojarzenia obiegu turbiny parowej z innym obiegiem o wyższej temperaturze doprowadzenia ciepła do obiegu, np. z obiegiem wysokotemperaturowej turbiny gazowej o temperaturze czynnika pracującego na wlocie 1200°C i więcej, lub z obiegiem generatora magnetogazodynamicznego realizującego bezpośrednią przemianę energii cieplnej w elek-

tryczną. Oba wymienione sposoby są dotychczas realizowane jedynie w skali urządzeń eksperymentalnych, a znane środki techniczne nie pozwalają na osiągnięcie w nich niezawodności ruchowej, bezpieczeństwa obsługi i opłacalności techniczno-ekonomicznej.

Wynalazek ma na celu opracowanie sposobu realizacji obiegu energetycznego turbiny parowej na parametry nadkrytyczne, w którym wydajne podwyższenie sprawności zostało by uzyskane za pomocą dostępnych środków technicznych, z uwzględnieniem wymaganej niezawodności działania i ekonomiczności rozwiązania.

Według wynalazku cel ten osiąga się przez stworzenie obiegu o wysokich, wyraźnie ponadkrytycznych parametrach pary na wlocie, z pełnym zastosowaniem zasady przegrzewu wtórnego oraz regeneracji. Regeneracyjny podgrzew wody zasilającej poza temperaturę nasycenia odpowiadającą ciśnieniu pary pierwszego upustu z turbiny realizuje się przez wymianę ciepła pomiędzy dwoma strumieniami czynnika pracującego, na przykład pary wodnej, przy odpowiednio dobranych ciśnieniach ponadkrytycznych. W tym celu rozpręża się czynnik pracujący od stanu początkowego do niższego ciśnienia, wciąż jednak wyższego od ciśnienia krytycznego, a następnie dzieli się strumień tego czynnika na dwa strumienie. Jeden z nich schładza się w wymienniku wysokotemperaturowym przekazując ciepło do wody zasilającej podgrzanej wstępnie z upustów regeneracyjnych. Drugi strumień poddaje się konwencjonalnemu procesowi ekspansji w turbinie, w zasadzie z zastosowaniem przegrzewu międzystopniowego oraz wielostopniowego podgrzewu regeneracyjnego parą upustową kondensującą się. Następnie oba strumienie łączy się z powrotem przed wymiennikiem wysokotemperaturowym i urządzeniem kotłowym.

Obieg energetyczny według wynalazku może być również zastosowany jako część wysokotemperaturowa obiegu dwuczynnikowego, np. z parą wodną jako czynnikiem wysokotemperaturowym i parą czynnika niskotemperaturowego jako czynnikiem niskotemperaturowym.

Sposób według wynalazku jest dokładniej opisany na przykładzie w związku z rysunkiem na którym fig. 1 przedstawia schemat realizacji obiegu energetycznego w turbinie, a fig. 2 — wykres entropowy tego obiegu.

Jak pokazano na rysunku, para o parametrach nadkrytycznych i natężeniu strumienia G_1 ekspanduje w turbinie T_1 od stanu 1 do stanu 2'. Stąd rozdziela się ją na dwa strumienie. Strumień o natężeniu G_2 przepływa przez przegrzewacz międzystopniowy, podwyższając temperaturę od stanu 2' do stanu 1', w którym temperatura osiąga w przybliżeniu wartość temperatury początkowej w punkcie 1. Następnie strumień G_2 rozpręża się dalej w turbinie T_2 od stanu 1' do 2'', a po ponownym przegrzewie międzystopniowym od 2'' do 1'' rozpręża się w turbinie T_3 na drodze od stanu 1'' do 2, w razie potrzeby, w przypadku wyższych ciśnień początkowych, z jeszcze jednym przegrzewem międzystopniowym, osiągając ciśnienie skraplacza p_2 .

W trakcie ekspansji strumienia G_2 realizuje się upusty do regeneracyjnego podgrzewu wody zasilającej. W opisywanym przykładzie jest ich siedem oznaczonych liczbami od I do VII realizowanych przy ciśnieniach od p_I do p_{VII} .

Para wylotowa z turbiny przechodzi kolejno przez skraplacz Skr , pompę skroplinową P_{skr} i zbiornik Zb kondensatu a następnie przez pompę zasilającą P_{zas} w której następuje podwyższenie ciśnienia skroplin od stanu 4 do stanu 5. Dalej skropliny przechodzą przez układ wymienników regeneracyjnych W_{VII} do W_I , podgrzewając się do temperatury odpowiadającej stanowi 6. W tym stanie odbywa się wymieszanie strumienia G_2 czynnika pracującego, który przeszedł przez ekspansję w turbinie T_2 i T_3 , ze strumieniem G_3 odprowadzonym w punkcie 2' za turbiną T_1 jako czynnik grzewczy w regeneracyjnym wymienniku ciepła RWC . W wyniku wymieszania obu strumieni G_2 i G_3 ustala się w punkcie 7 temperatura t_7 wyższa od temperatury t_6 w punkcie 6. Nowy strumień o natężeniu $G_1 = G_2 + G_3$ podgrzewa się w regeneracyjnym wymienniku ciepła RWC od stanu 7 do stanu 8 kosztem schładzania się strumienia G_3 czynnika grzewczego od stanu 2' do stanu 9.

Celem połączenia strumieni G_2 i G_3 podwyższa się ciśnienie strumienia G_3 od stanu 9 do stanu 10, w celu wyrównania ciśnień, za pomocą pompy P_c .

Różnice temperatur między czynnikami na wlocie i wylocie z wymiennika RWC , a mianowicie różnice $t_9 - t_7$ stanów 9 i 7 oraz analogicznie $t_2 - t_8$ stanów 2' i 8, zawsze dodatnie, określa się na podstawie obliczeń techniczno-ekonomicznych.

Sposób według wynalazku umożliwia uzyskanie w obiegu energetycznym siłowni parowo-turbinowej na parametry nadkrytyczne sprawności wyższej o około 7% w porównaniu z obiegiem konwencjonalnym realizowanym w tych samych granicach temperatur.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób realizacji obiegu energetycznego turbiny parowej na parametry nadkrytyczne, **znamienny tym**, że po częściowym rozprężeniu czynnika pracującego od stanu początkowego do niższego ciśnienia, wciąż jednak wyższego od ciśnienia krytycznego, dzieli się strumień tego czynnika na dwa strumienie, z których jeden strumień schładza się w wymienniku wysokotemperaturowym przekazując ciepło do wody zasilającej podgrzanej wstępnie z upustów regeneracyjnych, a drugi strumień poddaje się konwencjonalnemu procesowi ekspansji w turbinie w zasadzie z zastosowaniem przegrzewu międzystopniowego oraz wielostopniowego podgrzewu regeneracyjnego parą upustową kondensującą się, po czym oba strumienie łączy się z powrotem przed wymiennikiem wysokotemperaturowym i urządzeniem kotłowym.

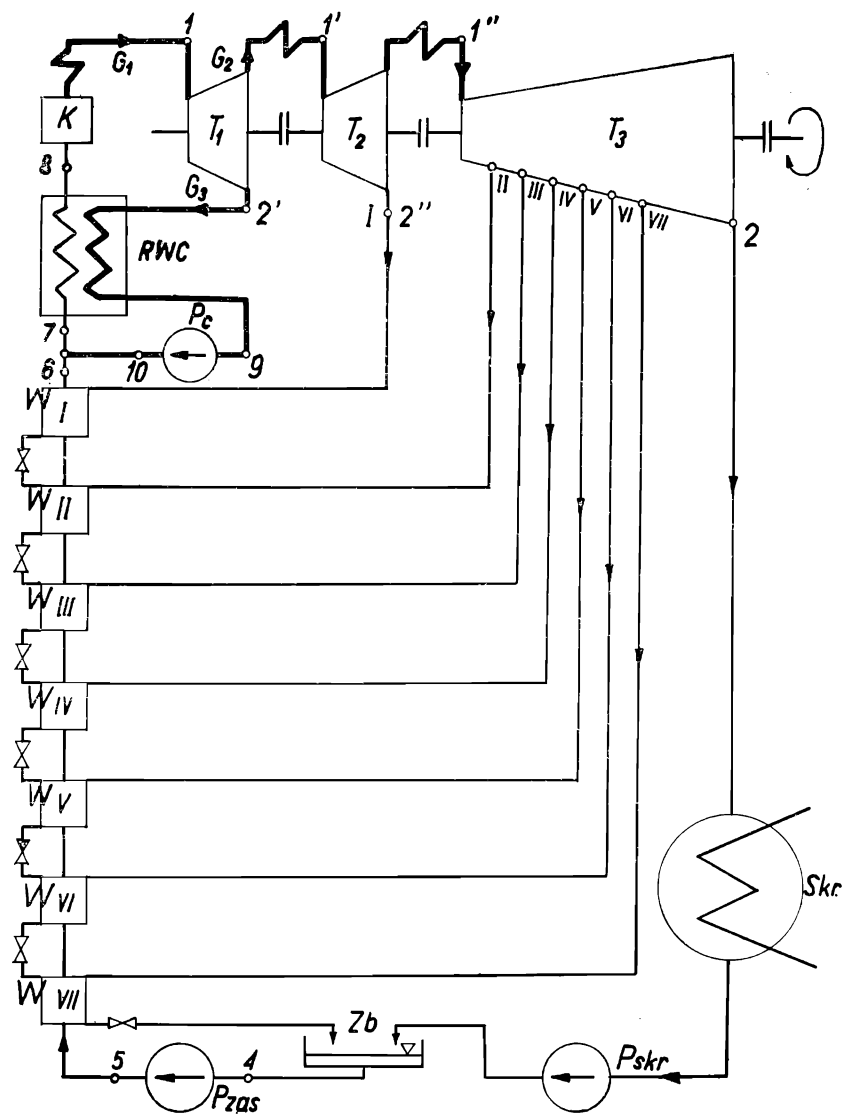


Fig. 1

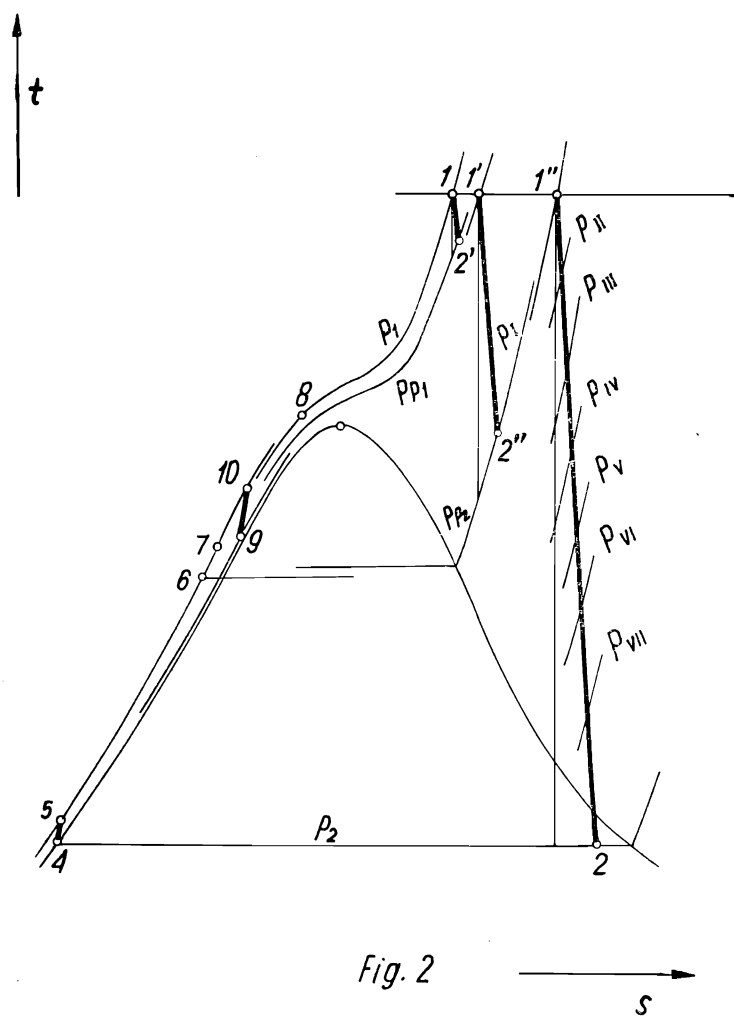


Fig. 2