

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 32477

Kl. 46 f, 3

Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie, Baden

Turbina gazowa na ciśnienie stałe

Zgłoszono 8 sierpnia 1939

Udzielono 17 grudnia 1943

Pierwszeństwo: 16 sierpnia 1938 (Niemcy)

W turbinach gazowych na ciśnienie stałe, to znaczy w turbinach, w których spalanie odbywa się z zachowaniem stałego ciśnienia w komorze spalania, a służących jako silniki napędowe do sprężarek, napęd wykonywa się zazwyczaj tak, że turbina napędza prądnicę, wytwarzającą energię elektryczną, potrzebną do napędzania sprężarki powietrza, albo też turbina ta napędza bezpośrednio sprężarkę powietrzną. Oba te sposoby przenoszenia napędu posiadają jednak te same wady, które występują w stosowanych obecnie powszechnie urządzeniach do napędzania takich sprężarek za pomocą silników elektrycznych lub turbin parowych.

W licznych urządzeniach tego rodzaju objętość użytecznej masy powietrza po-

dlega silnym wahaniom. Jako przykład można tu przytoczyć silne wahania ciśnienia, występujące przy zastosowaniu dmuchaw, dostarczających powietrza do konwertorów i wielkich pieców. Stosowane dotychczas dmuchawy odśrodkowe, to znaczy dmuchawy promienowe, dopuszczają zmiany objętości, sięgające co najwyżej 30—40%, po czym osiągnięta jednak już zostaje granica pompowania (por. fig. 1). Aby uniknąć pompowania w dmuchawach przy większych zmianach objętości, należy wypuszczać część powietrza, albo też zmniejszać jego masę za pomocą narządów ssąco-dławiających. Oba te sposoby regulacji powodują jednak znaczne straty. Proponowano wprowadzić już niejednokrotnie rozprężać wypuszczone po-

wietrze w odpowiedniej turbinie, jednakże ilość odzyskanej energii jest przy tym niewielka, ponieważ temperatura powietrza przy wejściu do takiej turbiny jest niska, tak iż możliwa różnica temperatur rozprężania adiabatycznego w turbinie jest niewielka.

Jeżeli zamiast dmuchawy promieniowej stosuje się dmuchawę osiową, to ilość energii, odzyskanej w turbinie powietrznej, jest nieco większa, ponieważ dmuchawy osiowe wykazują bez chłodzenia mniej więcej taki sam współczynnik sprawności, jak dmuchawy promieniowe z chłodzeniem. Ponieważ temperatura powietrza, uchodzącego z dmuchawy, jest tu wyższa, przeto w turbinie powietrznej można odzyskać nieco większą część energii powietrza. Jednakże zysk ten zostaje zniweczony wskutek tego, że krzywa zależności ciśnienia od objętości jest dla dmuchaw osiowych znacznie bardziej stroma, tak iż granica pompowania osiągnięta zostaje już przy zmniejszeniu objętości o 10—15%. Średnio biorąc, należy przeto wypuszczać nadmiar powietrza znacznie wcześniej, niż przy zastosowaniu dmuchaw promieniowych. Z tego właśnie powodu dmuchawy osiowe nie mogły dotychczas znaleźć zastosowania do omawianego celu.

Według wynalazku sprężarka powietrza użytkowego oraz sprężarka dla turbiny gazowej zostają połączone w jedną całość. Silniki oraz maszyny robocze zostają przeto połączone ze sobą w jedną maszynę. Dzięki temu osiąga się korzyści następujące. 1. Niebezpieczeństwo pompowania zostaje zupełnie usunięte, wskutek czego unika się zupełnie konieczności wypuszczania powietrza względnie ssania dławiącego. 2. Można przy tym stosować bez niebezpieczeństwa pompowania również i dmuchawy osiowe o stromej krzywej zależności ciśnienia od objętości. Końcowa temperatura powietrza sprężonego jest wyższa, ponieważ dmuchawa pracuje

bez chłodzenia, co w wielu zastosowaniach jest rzeczą korzystną. 3. Całe urządzenie reguluje się samoczynnie w bardzo prosty sposób, nastawiając się zawsze w sposób najkorzystniejszy. Można zupełnie uniknąć zawiłego regulowania wypuszczania powietrza, względnie regulowania ssaco-dławiącego. (Przy stosowaniu napędu za pomocą turbiny parowej potrzebne są dwa układy regulacyjne, z których jeden służy do regulacji wspomnianego wyżej zapobiegania pompowaniu, drugi zaś — do regulacji mocy). 4. Współczynnik sprawności dmuchawy może być znacznie podwyższony, ponieważ dmuchawa może być dostosowana do przetłaczania znacznie większych ilości powietrza i ponieważ wszystkie straty z powodu nieszczelności i przewietrzania oraz straty w łożyskach ulegają wydatnemu zmniejszeniu. 5. Całość urządzenia jest znacznie mniej kosztowna i bardziej niezawodna w działaniu niż znane dotychczas urządzenia, ponieważ maszyna napędowa i maszyna robocza mogą być połączone w jedną maszynę przy zachowaniu możliwie jak najprostszej regulacji.

Przy stosowaniu dopuszczalnych obecnie temperatur przed turbiną gazową, wynoszących 500—550°C i przy osiągalnych obecnie współczynnikach sprawności turbiny gazowej i sprężarki w celu uzyskania użytecznej ilości powietrza, wynoszącej 100%, niezbędna jest użyteczna moc turbiny gazowej, wynosząca 400%, oraz moc sprężarki powietrza do spalania, wynosząca 300%. Znaczy to, że użyteczna ilość powietrza wynosi zaledwie 25% całej ilości powietrza, tłoczonej przez dmuchawę. Jeżeli przeto użyteczna ilość powietrza zmienia się np. o 100%, to znaczy spada z wartość pełnej do zera, to dla dmuchawy oznacza to zmianę jedynie o 25%. Ponieważ jednak zmniejszanie ilości użytecznego powietrza pociąga za sobą zawsze podwyższenie ciśnienia, przeto wskutek wzrostu ciśnienia powietrza ilość gazów

odlotowych, pochłonięta przez turbinę gazową, wzrasta, wskutek czego całkowita zmiana użytecznej objętości powietrza od 100% do 0%, odniesiona do całej objętości sprężarki, pociąga za sobą zmianę, wynoszącą zaledwie 10%.

Ponieważ zmianie objętości użytecznej powietrza, wynoszącej 100%, odpowiada zmiana objętości powietrza w sprężarce o 10%, przeto jako sprężarkę można stosować również i dmuchawę osiową, pomimo iż krzywa zależności ciśnienia od objętości jest dla takich sprężarek stosunkowo stroma (por. fig. 2), a przeto możliwość ich stosowania wydaje się mała.

Przechodzenie powietrza użytecznego do komory spalania turbiny gazowej przy wzrastaniu ciśnienia powietrza w układzie, prowadzącym powietrze użyteczne, pociąga też za sobą i ten skutek, że moc turbiny gazowej wzrasta, dzięki czemu też wzrasta jej liczba obrotów, wskutek czego ilość użyteczna powietrza powiększa się sama bez regulacji z zewnątrz.

W przypadku dmuchaw do wielkich pieców ta właściwość maszyny posiada między innymi tę ważną zaletę, że samoczynny wzrost liczby obrotów powoduje bardzo szybkie przełamywanie tworzących się skorup z żużli. Maszyna według wynalazku pracuje przeto samoczynnie i stale w sposób korzystny pod względem technicznym. Można by przeto myśleć nawet o budowaniu takich maszyn bez rozrządu. W rzeczywistości jest to jednak niemożliwe, ponieważ w razie zmniejszenia się ilości użytecznej powietrza do zera cały zespół mógłby przybrać szybkość nadmierną.

Mianowicie powietrze użyteczne, przechodzące przez komorę spalania do turbiny gazowej, wykonywa w niej pracę użyteczną, tak iż cały zespół otrzymuje bardzo znaczne przyspieszenie.

Korzyść, wynikająca ze stosowania dmuchaw osiowych jako sprężarek, polega też jeszcze na tym, że regulacja, względnie

liczba obrotów dmuchaw osiowych, może być taka sama, jak dla turbiny gazowej, co umożliwia bezpośrednie sprzęganie tych obu maszyn bez zastosowania przekładni i z jak najlepszym ich wykorzystaniem.

W turbinach gazowych na ciśnienie stałe, zaopatrzonych w podgrzewacz powietrza za pomocą gazów odlotowych, największy współczynnik sprawności, osiągalny przy danej wielkości podgrzewacza, zależy od końcowego ciśnienia dmuchawy. Dobrze jest przeto wykonać podgrzewacz powietrza użytecznego tak, aby całe urządzenie pracowało z najwyższym możliwym współczynnikiem sprawności.

Fig. 1 przedstawia charakterystykę dmuchawy odśrodkowej; największa zmiana objętości od stanu normalnego aż do granicy pompowania wynosi 30—40%.

Fig. 2 przedstawia krzywą zależności ciśnienia od objętości dla dmuchawy osiowej (p oznacza ciśnienie, v — objętość). W przypadku takiej dmuchawy dopuszczalna zmiana wynosi zaledwie 15%. Z tego właśnie powodu dmuchawy takie nie nadawały się do użytku tam, gdzie ilość tłoczonego powietrza podlega podczas pracy silnym zmianom.

Fig. 3 przedstawia przykład wykonania urządzenia według wynalazku. Cyfra 1 oznacza turbinę gazową, cyfra 2 — połączoną z nią dmuchawę, najlepiej dmuchawę osiową, cyfra 3 — silnik rozruchowy, zaopatrzony w sprzęgło, dające się wyłączać podczas pracy, cyfra 4 — przekładnię, napędzającą dmuchawę 6 dla gazu palnego. Cyfra 5 oznacza komorę spalania, cyfra 7 — przyrząd, nadający impulsy do regulowania potrzebnej ilości użytecznego powietrza, względnie ilości gazu palnego, i w końcu cyfra 8 — regulator membranowy, rozrządzający mieszaną ilości gazu palnego z powietrzem użytecznym w zależności od ilości tego ostatniego i nastawiający odpowiednio drogę bocznikującą 9. Regulacja odbywa się przeto w

ten sposób, że rurka Venturiego 7 mierzy ilość powietrza użytecznego. Impuls przenosi się przy tym na membranę powietrzną w regulatorze 8, gdzie przestawia dźwignię, która rozrządza ilością gazu palnego, oprowadzanego drogą bocznikującą 9 póty, póki impuls rurki Venturiego 7 dla gazu palnego nie wprowadzi regulatora 8 ponownie w położenie normalne. Litera *A* oznacza drogę powietrza, które przechodzi do komory spalania, litera *B* zaś — drogę powietrza, przechodzącego do sieci przewodów jako powietrze użyteczne.

Fig. 4 przedstawia to samo urządzenie, ale zaopatrzone w podgrzewacz powietrza za pomocą gazów odlotowych. W urządzeniu tym wyzyskuje się gazy odlotowe z turbiny do podgrzewania powietrza spalania.

Fig. 5 przedstawia urządzenie, w którym sprężarka gazu palnego 6 jest napędzana przez osobną turbinę gazową 11. Zaleta w porównaniu z urządzeniem według fig. 4 polega na tym, że nie ma tu miejsca sprężania za każdym razem całej ilości gazu palnego, jak to jest potrzebne przy regulowaniu za pomocą oprowadzania gazu drogą bocznikującą, i nie zachodzi przy tym potrzeba dławienia części tej ilości do ciśnienia pierwotnego, albowiem liczba obrotów sprężarki gazu palnego może być dostosowywana poprawnie do panujących warunków za pomocą regulowania wlotu 12 turbiny gazowej. Regulacja może odbywać się za pośrednictwem regulatora mieszanki lub też, jak to przedstawiono na fig. 5, bezpośrednio przez nadajnik impulsów.

Fig. 6 przedstawia połączenie silnika rozruchowego ze sprężarką gazu. Urządzenie takie umożliwia dalsze wykorzystywanie silnika rozruchowego, gdy spełni on już swe zadanie, ponieważ może on po odłączeniu go od zespołu turbiny gazowej służyć jako silnik napędowy dla dmuchawy gazu palnego. Regulacja może odbywać się

i tutaj bądź za pośrednictwem regulatora mieszanki, bądź też bezpośrednio przez nadajnik impulsów, który obsługuje wówczas opornik dodatkowy 13. Samoczynny regulator może być uruchomiany bądź ręcznie, bądź też w ten sposób, że odłączenie turbiny gazowej od silnika rozruchowego daje impuls uruchamiający. Jak widać z rysunku, ilość użyteczną powietrza można też pobierać przy tym dopiero za podgrzewaczem powietrza, dzięki czemu powietrze użyteczne zostaje oprócz tego jeszcze podgrzewane.

Opisane wyżej sposoby regulacji wystarczają do regulowania turbiny gazowej w szerokim zakresie zmian ciśnienia i objętości. Okazuje się jednak, że w pewnych szczególnych warunkach pracy oraz przy przekroczeniu granic tego przedziału może zachodzić potrzeba stosowania jeszcze dalszych środków technicznych do utrzymania urządzenia w ruchu bez zakłóceń.

Turbina gazowa jest zbudowana tak, iż przy pewnym określonym ciśnieniu może dostarczać pewnej określonej ilości powietrza użytecznego. Do tego potrzebna jest pewna określona ilość paliwa, przy czym do turbiny należy wprowadzać ilość powietrza, pozostającą w pewnym określonym stosunku do ilości użytecznego powietrza. Temperatura gazów w turbinie osiąga przy tym pewną określoną wysokość.

Jeżeli z przewodów powietrza użytecznego pobiera się większą ilość powietrza, to turbina gazowa ma mniejszą ilość powietrza do rozporządzenia. Ilość paliwa należy wówczas powiększyć, aby osiągnąć potrzebną moc, przy czym temperatura przed turbiną wzrasta. Może ona przybrać, jeżeli nie zastosuje się przy tym odpowiednich środków zapobiegawczych, wartość niedopuszczalną dla materiału, z którego wykonana jest turbina.

Jeżeli przeto użyteczna ilość pobieranego powietrza nadmiernie wzrasta, to trzeba ją zmniejszyć sztucznie, co najłat-

wiej jest osiągnąć w ten sposób, że w przewód powietrza użytecznego włącza się narząd dławikowy. Narząd ten można regulować samoczynnie w zależności od temperatury przed turbiną lub w samej turbinie, albo też w zależności od wielkości, która sama uzależniona jest od tej temperatury, np. stosunku mieszanki paliwa i powietrza lub też stosunku ilości paliwa do liczby obrotów. Regulator ten posiada charakter regulatora granicznego, który przeto w warunkach zwykłych nie działa, a zaczyna działać dopiero wówczas, gdy wielkości, wyznaczające stan roboczy, osiągną pewną określoną wartość. Ten sam regulator zaczyna działać, gdy ogólny opór obwodu powietrza użytecznego nadmiernie spadnie bez związanego z tym nieodzownie zwiększenia się ilości powietrza.

Sztuczne dławienie ilości zużywanego powietrza użytecznego jest konieczne także i wtedy, gdy największa ilość paliwa nie wystarcza przy nastawionej na maksimum regulacji ilości paliwa do osiągnięcia potrzebnej mocy. Jeżeli np. kłapa dławikowa dla gazu palnego jest całkowicie otwarta, a jednak potrzebna jest jeszcze większa ilość paliwa, to narząd dławikowy dla powietrza może zacząć zamykać się samoczynnie.

W innym granicznym przypadku samo tylko regulowanie ilości jest niewystarczające. Jeżeli opór obwodu użytkowego znacznie wzrasta, to regulator ilości nastawia turbinę na większą liczbę obrotów. Jeżeli dmuchawa paliwa lub pompa paliwa jest sprzężona z turbiną gazową, to nie istnieje żadna określona górna granica liczby obrotów. Regulator liczby obrotów może przy osiągnięciu granicznej liczby obrotów bądź zmniejszać ilość paliwa, bądź przerywać jego dopływ. Zależnie od warunków pracy potrzebny jest bądź jeden z tych regulatorów granicznych, bądź też oba.

Fig. 7 przedstawia urządzenie z regulatorem granicznym. Cyfra 1 oznacza turbi-

nę gazową, cyfra 2 — dmuchawę, sprzężającą powietrze A, potrzebne dla turbiny gazowej, oraz powietrze użyteczne B. Cyfra 5 oznacza komorę spalania, cyfra 6 — urządzenie do tłoczenia paliwa, które w przypadku, przedstawionym na fig. 7, posiada postać sprzężonej bezpośrednio dmuchawy odśrodkowej. Wewnątrz normalnego zakresu warunków roboczych ilość powietrza regulowana jest za pomocą regulatora ilości lub regulatora ciśnienia, uruchamiającego za pośrednictwem przekładni 13 kłapę dławikową 14. W przypadku wielkich ilości powietrza użytecznego, które mogłyby spowodować nadmierne podwyższenie temperatury, regulator 15 temperatury zamyka urządzenie dławikowe 16. Gdy kłapa 14 wchodzi w położenie szerokiego otwarcia, to impuls, nadawany przez regulator 7, może również zamknąć urządzenie dławikowe 16. Regulator odśrodkowy 17 zmniejsza przy przekroczeniu pewnej określonej liczby obrotów dopływ paliwa za pośrednictwem przekładni 13.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e .

1. Turbina gazowa na ciśnienie stałe, zastosowana jako maszyna napędowa do wytwarzania sprężonego powietrza, zwłaszcza do napędu dmuchaw hutniczych lub dmuchaw do konwertorów, znamienna tym, że dmuchawa, dostarczająca powietrze użyteczne, oraz dmuchawa, dostarczająca powietrze do spalania do turbiny gazowej, połączone są w jedną maszynę.

2. Turbina według zastrz. 1, znamienna tym, że dmuchawa gazów palnych turbiny gazowej sprzężona jest bezpośrednio z tą turbiną, przy czym moc turbiny regulowana jest za pomocą zaworu, umieszczonego w przewodach bocznikowych, albo też za pomocą dławienia dopływu gazu palnego.

3. Turbina według zastrz. 1 i 2, znamienna tym, że zawór, regulujący dopływ

paliwa, jest rozrządzany ilością powietrza użytecznego, lub też ciśnieniem tego powietrza.

4. Turbina według zastrz. 1—3, znamiona tym, że posiada jeden lub kilka regulatorów granicznych, który to regulator, względnie regulatory, zmniejsza względnie zmniejszają wydatek powietrza użytecznego w razie nadmiernego zmniejszenia się oporu obwodu powietrza użytecznego, reagując przy tym na temperaturę przed turbiną gazową lub też w tej turbinie względnie na wielkość, uzależnioną od tej temperatury.

5. Turbina według zastrz. 1—4, znamiona tym, że regulator graniczny, względnie regulatory graniczne zmniejsza, względnie zmniejszają, wydatek powietrza użytecznego, jeżeli urządzenia do regulacji paliwa nie są już w stanie powiększyć ilości paliwa.

6. Turbina według zastrz. 1—5, znamiona tym, że regulator graniczny względnie regulatory graniczne zmniejsza względnie zmniejszają ilość paliwa, jeżeli opór obwodów powietrza użytecznego wzrasta, a liczba obrotów zespołów powiększa się nadmiernie.

7. Turbina według zastrz. 1—6, znamiona tym, że dmuchawa gazu palnego turbiny napędzana jest osobną turbiną gazową, regulowaną za pomocą kłapy dławikowej, zaworu dławiącego lub za pomocą zmiany obszaru zasilania, przy czym to

działanie regulacyjne rozrządzane jest regulatorem impulsowym ilości powietrza.

8. Turbina według zastrz. 1—7, posiadająca silnik rozruchowy, sprzężony z jednej strony za pomocą sprzęgła, dającego się wyłączać podczas pracy, z zespołem turbinowym, z drugiej zaś strony za pomocą sprzęgła sztywnego z dmuchawą gazu palnego, znamiona tym, że silnik rozruchowy zostaje odłączony od turbiny gazowej po jej uruchomieniu i służy, poczynając od tej chwili, jako silnik napędowy dla dmuchawy gazu palnego, przy czym nadajnik impulsów zostaje włączony samoczynnie lub ręcznie po odłączeniu turbiny gazowej, a ilość gazu palnego jest rozrządzana za pomocą regulowania liczby obrotów silnika rozruchowego.

9. Turbina według zastrz. 1—8, znamiona tym, że podgrzewacz powietrza podgrzewa też i powietrze użyteczne.

10. Turbina według zastrz. 1—9, znamiona tym, że dmuchawa jej jest wielostopniową dmuchawą osiową.

11. Turbina według zastrz. 1—10, znamiona tym, że wielkość podgrzewacza powietrza dobrana jest tak, iż turbina gazowa wykazuje dla każdego potrzebnego ciśnienia powietrza użytecznego swój najwyższy współczynnik sprawności.

Aktiengesellschaft
Brown, Boveri & Cie.

Zastępca: inż. W. Zakrzewski
rzecznik patentowy

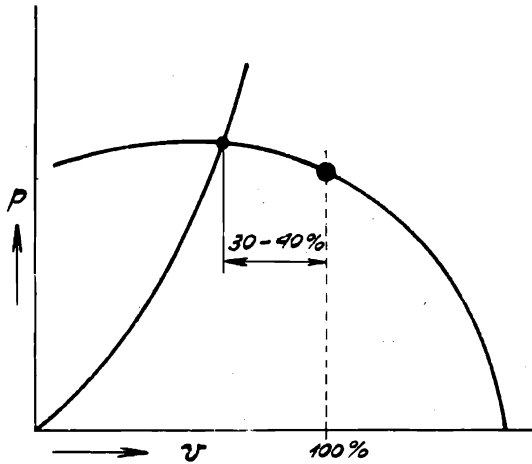


Fig. 1

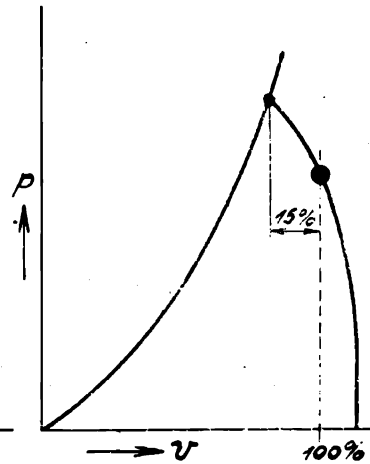


Fig. 2

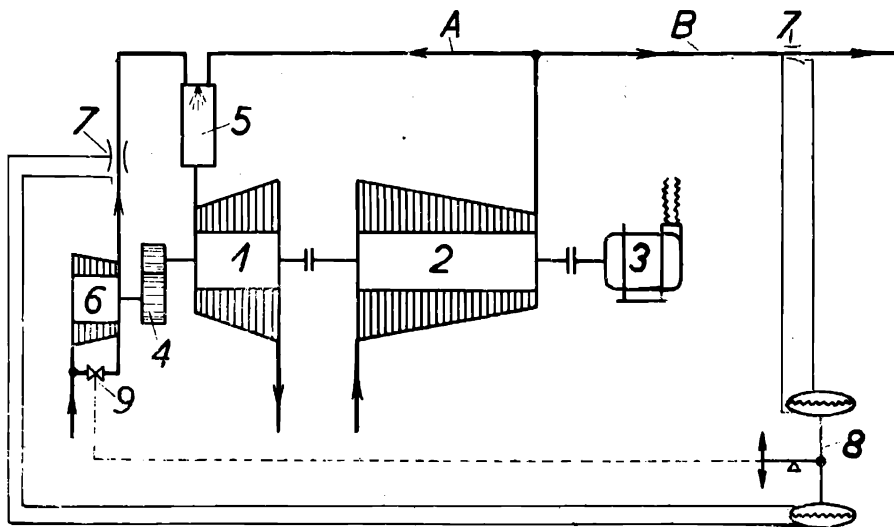
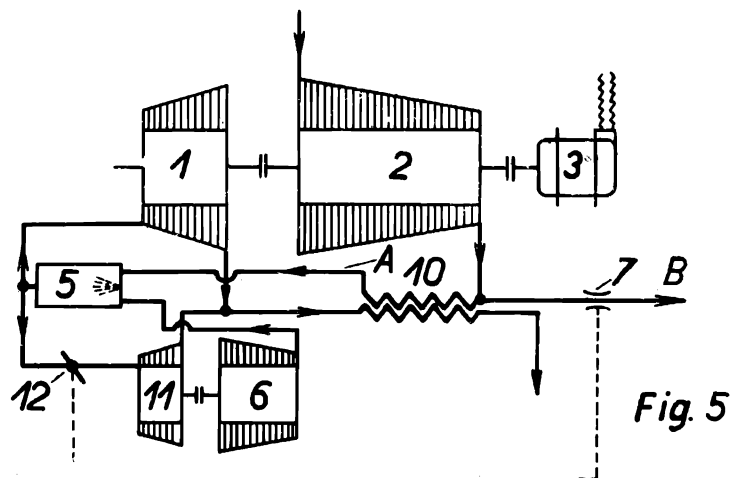
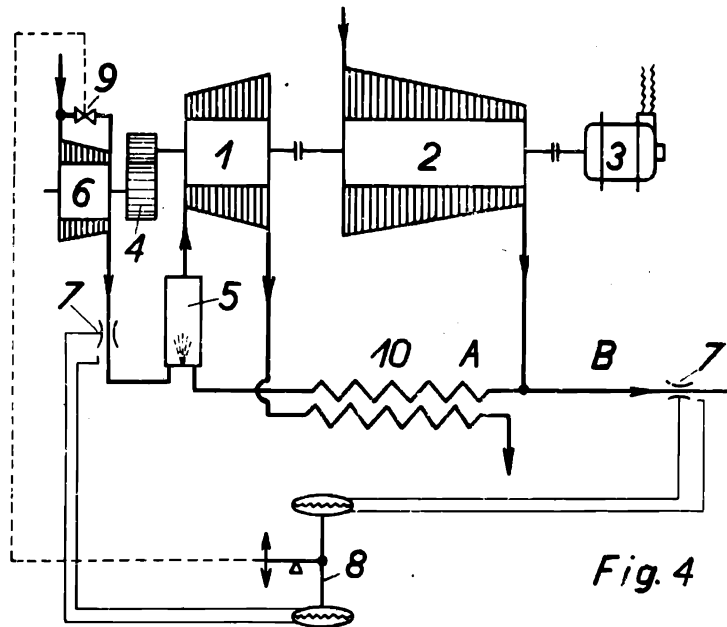


Fig. 3



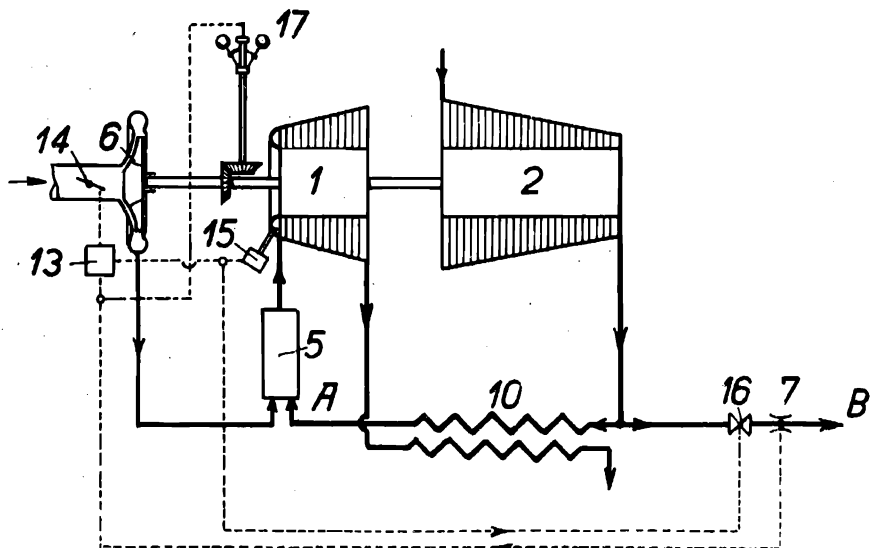
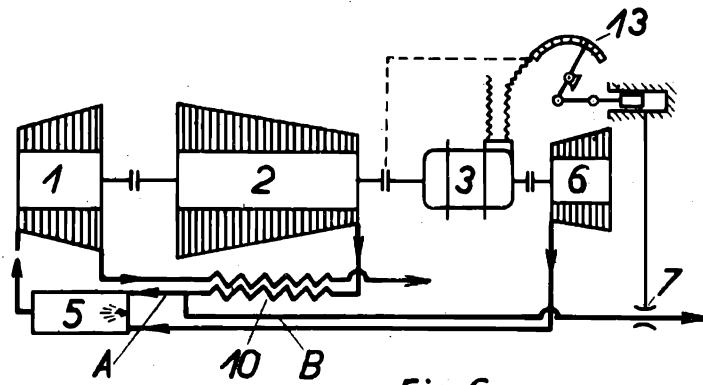


Fig. 7