



Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 14.III.1963 (P 101 007)

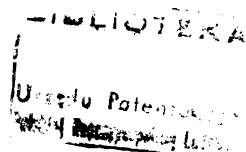
Pierwszeństwo:

Opublikowano: 4.XII.1964

Kl. 63 c, 10/01

MKP B 60k 17/04

UKD



Twórca wynalazku

i
właściciel patentu: Zdzisław Kruszewski, Warszawa (Polska)

Mechanizm napędowy

1

Mechanizm napędowy, stanowiący przedmiot niniejszego wynalazku, jest integralną częścią silnika cieplnego o wewnętrznym spalaniu. W skład silnika cieplnego oprócz mechanizmu napędowego wchodzi następujące, podstawowe części integralne: silnik napędowy, sprężarka powietrza, oraz wał napędowy. Wymienione części są wzajemnie sprzężone za pośrednictwem mechanizmu napędowego.

Główne zastosowanie mechanizmu przewiduje się w cieplnych silnikach trakcyjnych typu tłokowego, wirowego, turbinowego lub turbośmigłowego.

Przeznaczeniem mechanizmu napędowego jest uelastycznienie pracy silnika cieplnego, oraz automatyczna, ciągła regulacja obrotów i regulacja momentu obrotowego wału napędowego.

Zakres regulacji obrotów oraz momentu obrotowego zawiera się w granicach od zera, do wartości maksymalnej, dopuszczalnej w konstrukcji danego typu silnika.

Mechanizm napędowy w silniku cieplnym, trakcyjnym eliminuje całkowicie potrzebę stosowania sprzęgła, skrzynki biegów lub reduktora obrotów.

Mechanizm jest urządzeniem wysoce ekonomicznym. W odmianie najprostszej, przedstawionej poniżej, może osiągnąć w warunkach pracy znamionowej, 100% przeniesienia mocy (przemienienia się w sprzężenie sztywne).

Mechanizm napędowy składa się z mechanizmu różnicowego, np. planetarnego, zamontowanego

2

między wałem silnika napędowego a wałem sprężarki powietrza oraz wałem napędowym.

Mechanizm jest elementem rozdziału mocy w układzie: silnik napędowy, sprężarka powietrza, wał napędowy.

Mechanizm napędowy zastosowany w silniku cieplnym zmienia radykalnie charakter jego działania. Dzieli cztery typowe takty obiegu cieplnego między silnik napędowy a sprężarkę powietrza w ten sposób, że takty pracy i wydechu przypadają na silnik napędowy, zaś takty ssania i sprężania przypadają na sprężarkę powietrza.

W układzie powyższym konstrukcja silnika cieplnego ulega daleko idącemu uproszczeniu. Silnik napędowy zasilany jest gazami spalinowymi wytwarzanymi w komorze spalania ciągłego. Jako paliwo zastosowane są ciężkie oleje pędne, które spalają się w komorze spalania w atmosferze sprężonego powietrza. Ciągłość spalania eliminuje z konstrukcji silnika rozrząd zapłonu oraz rozrusznik mechaniczny.

Najistotniejszym jednakże uproszczeniem jest możliwość zastosowania w konstrukcji silnika cieplnego typowych pomp, np. tłokowych, rotacyjnych, czy wirowych jako elementów silnika napędowego i sprężarki powietrza.

Na rysunkach przedstawiono przekroje mechanizmu napędowego podane przykładowo w układzie współosiowym na fig. 1 i w układzie o osiach równoległe przesuniętych na fig. 2.

Fig. 1 przedstawia przekrój współosiowego mechanizmu napędowego z zastosowanym przykładowo planetarnym mechanizmem różnicowym R.

Mechanizm napędowy według fig. 1 składa się z jarzma D osadzonego na wale silnika napędowego A, z satelitów E i F o ośkach łożyskowanych na jarzmie D, koła słonecznego H osadzonego na wale sprężarki powietrza C i koła pierścieniowego K osadzonego na wale napędowym B.

Fig. 2 przedstawia przekrój odmiany mechanizmu napędowego o równoległe przesuniętych osiach z zastosowanym przykładowo planetarnym mechanizmem różnicowym R. Mechanizm napędowy w tym przypadku składa się z koła zębatego M osadzonego na wale silnika napędowego A, koła zębatego D stanowiącego jednocześnie jarzmo mechanizmu planetarnego R, satelitów E i F o ośkach łożyskowanych na jarzmie D, koła słonecznego H osadzonego na wale sprężarki powietrza C i koła pierścieniowego K osadzonego na wale napędowym B.

Działanie mechanizmu napędowego przedstawionego przykładowo na fig. 1 lub fig. 2 polega na tym, że moment obrotowy wału silnika napędowego A przenoszony jest za pośrednictwem jarzma D i satelitów E i F na koło pierścieniowe K i na koło słoneczne H a dalej na wał napędowy B i wał sprężarki powietrza C. W układzie: jarzmo D, satelity E i F, koło pierścieniowe K i koło słoneczne H, stanowiącym mechanizm różnicowy R następuje rozdział momentu obrotowego wału silnika napędowego A między wał sprężarki powietrza C, a wał napędowy B. Rozdział ten zachodzi w proporcji wyznaczonej przez stosunek przełożenia kół zębatach w mechanizmie różnicowym R.

Moment obrotowy poszczególnych wałów zmienia się w granicach od zera do wartości maksymalnej dopuszczalnej w konstrukcji danego typu silnika.

Stosunek obrotów wału napędowego B i wału C sprężarki powietrza do obrotów wału A silnika napędowego zależy od obciążenia wału napędowego B i od obciążenia wału C sprężarki powietrza. Stosunek ten waha się dla poszczególnych wałów w zakresie od zera do wartości maksymalnej, dopuszczalnej dla danego typu silnika cieplnego.

W warunkach pracy znamionowej, poszczególne prędkości — wału silnika napędowego A, wału napędowego B i wału sprężarki powietrza C są jednakowe. Stan ten osiągnięty jest przez odpowiedni dobór stosunku przełożenia kół zębatach w mechanizmie różnicowym R. Stosunek przełożenia dobrany jest względem pojemności silnika napędowego i pojemności sprężarki powietrza w taki sposób, aby w warunkach znamionowych mechanizm różnicowy R pozostał w równowadze statycznej, to znaczy, aby koła satelitarne E i F nie obracały się względem własnych osi obrotu. Mechanizm różnicowy R, według odmiany przedstawionej na fig. 1, spełnia wtedy rolę sprzęgła sztywnego. Żaden z jego elementów nie wykonuje pracy, a tym samym nie pobiera mocy. Mechanizm napędowy może zatem osiągnąć w warunkach znamionowych sprawność maksymalną $\eta = 1$.

Schemat działania silnika cieplnego z mechanizmem napędowym jest następujący:

Rozruch silnika cieplnego sprowadza się do jednorazowego zapłonu paliwa w komorze spalania ciągłego. Zapłon dokonywany jest elektrycznie, przy pomocy świecy umieszczonej w ścianie komory. Paliwo wtryskiwane jest do komory równocześnie ze sprężonym powietrzem, które wpływa do wnętrza komory z pojemnika. Ciśnienie powietrza w pojemniku jest zawsze wyższe niż w komorze spalania. Ilość powietrza doprowadzona do komory jest regulowana zaworem przyspieszenia. Podobnie regulowany jest dopływ paliwa, którego ilość pozostaje w stałym stosunku do ilości napływającego powietrza.

Gazy spalinowe wyprodukowane w komorze spalania kierowane są do silnika napędowego. Jego budowa bazuje na konstrukcjach typowych pomp, np. tłokowych lub rotacyjnych względnie jako turbina gazowa stanowi specyficzne odwrócenie pompy wirowej.

Gazy spalinowe po wykonaniu pracy, która przebiega w procesie rozprężania, wydalone są na zewnątrz, lub kierowane do wymiennika ciepła, gdzie przekazują resztę energii wewnętrznej na rzecz sprężonego powietrza.

Praca silnika napędowego, zasilanego energią gazów spalinowych dzieli się w mechanizmie napędowym między sprężarkę powietrza, a wał napędowy B. Część użyteczna pracy, która przypada na wał napędowy B wykorzystana jest do napędu pojazdu. Część przypadająca na sprężarkę służy do wytwarzania sprężonego powietrza, którego przeznaczeniem jest zasilanie silnika napędowego. Sprężone powietrze magazynowane jest w pojemniku skąd w ilości regulowanej kierowane jest do komory spalania ciągłego.

Zastosowana w silniku cieplnym sprężarka powietrza może być, podobnie jak silnik napędowy, typu tłokowego, rotacyjnego lub wirowego.

Praca sprężarki zależna jest od chwilowej mocy silnika, od obciążenia wału napędowego B oraz obciążenia samej sprężarki, to znaczy od ciśnienia, jakie w danej chwili panuje w pojemniku. Ciśnienie powyższe stanowi ograniczenie dla ciśnienia w komorze spalania a tym samym warunkuje moc chwilową silnika napędowego.

Silnik cieplny z mechanizmem napędowym pracuje zatem na mocy dostosowującej się automatycznie do aktualnego obciążenia wału napędowego B.

Dla każdego obciążenia (w granicach wytrzymałości konstrukcji) dobierane jest samoczynnie takie ciśnienie sprężonego powietrza w pojemniku, które warunkuje odpowiednio wysoką moc silnika cieplnego.

Przy pewnej prędkości i pewnym obciążeniu wału napędowego B ciśnienie w pojemniku osiąga poziom, przy którym obciążenie i prędkość obrotów wału sprężarki powietrza C wytwarza stan równowagi statycznej mechanizmu napędowego. Satelity E i F mechanizmu różnicowego R nie obracają się względem własnych osi obrotu. Stan ten odpowiada warunkom znamionowym. Konstrukcja silnika cieplnego spełnia wtedy warunki pracy najbardziej ekonomicznej. Komora spalania ciągłego, silnik napędowy oraz sprężarka powietrza pracują na maksymalnej sprawności. Również ma-

ksymalną sprawność posiada mechanizm napędowy.

Wszelka zmiana warunków pracy silnika cieplnego powoduje natychmiastowe przejście mechanizmu napędowego ze stanu równowagi statycznej w stan równowagi dynamicznej. W stanie tym pojawiają się obroty własne satelitów *E* i *F*. Wyrównują one różnice prędkości w obrotach poszczególnych wałów sprzężonych mechanizmem różnicowym *R*.

Stan równowagi dynamicznej jest stanem niestabilizowanym. Pojawia się przy każdej zmianie w obciążeniu wału napędowego *B* lub zmianie w zasilaniu silnika napędowego. Prowadzi zawsze do zmiany ciśnienia w pojemniku sprężonego powietrza, a w konsekwencji do zmiany mocy silnika cieplnego, czyli jego dostosowania do aktualnego obciążenia.

Czas dostosowywania mocy silnika cieplnego do nowych warunków pracy zależy jest od wielkości zachodzącej zmiany oraz od objętości pojemnika sprężonego powietrza. Objętość ta oraz wysokość panującego w niej ciśnienia warunkuje zrywność pojazdu. Objętość pojemnika dobierana jest dla każdego typu silnika trakcyjnego w odniesieniu do konkretnych warunków jego pracy.

W świetle określonych powyżej zależności, etapy działania mechanizmu napędowego w cieplnym silniku trakcyjnym zainstalowanym w pojeździe mechanicznym będą się przedstawiać następująco:

W momencie rozruchu silnika cieplnego, gdy wał napędowy *B* jest jeszcze nieuruchomiony, całkowita praca silnika napędowego przenosi się, za pośrednictwem mechanizmu różnicowego *R* na sprężarkę powietrza. W miarę wzrostu obrotów silnika napędowego, pobudzanego zwiększonym dopływem gazów spalinowych z komory spalania ciągłego, wzrasta moment obrotowy atakujący wał napędowy *B*. Pojazd rusza z przyspieszeniem zależnym od prędkości obrotów wału silnika napędowego *A* i wału sprężarki powietrza *C*. Ostatnia prędkość jest zależna z kolei od aktualnego ciśnienia w pojemniku. Obroty wałów *A* i *C* w momencie rozruchu pojazdu są stosunkowo duże. W chwili gdy osiągnięta zostanie żądana, jednostajna prędkość wału napędowego *B* obroty silnika napędowego mogą być ograniczone zmniejszonym dopływem gazów spalinowych. Obroty wału sprężarki powietrza *C* automatycznie zmniejszą się do wartości, która jest niezbędna dla dostarczenia silnikowi napędowemu powietrza sprężonego w ilości koniecznej do jego normalnej pracy przy danej prędkości pojazdu.

Jeżeli w czasie pracy w warunkach znamionowych obciążenie wału napędowego *B* wzrośnie np. przy jeździe pod górę, zachwiana zostanie równowaga statyczna mechanizmu różnicowego *R*. Wał napędowy zwolni nieznacznie swoje obroty na rzecz niewielkiego wzrostu obrotów wału sprężarki powietrza *C*. Wzrośnie ilość sprężonego powietrza i wzrośnie ciśnienie w pojemniku. Jeśli zwiększyć wtedy dopływ gazów spalinowych do silnika napędowego, wykorzystując podwyższone ciśnienie w pojemniku, a tym samym zwiększoną moc układu, można podwyższyć obroty silnika napędowego

i wyrównać prędkość pojazdu do pierwotnej prędkości jednostajnej. Obroty wału silnika napędowego *A* i wału sprężarki powietrza *C* będą wówczas nieco większe, ponieważ większe od znamionowego będzie obciążenie wału napędowego *B*. W warunkach zwiększonego obciążenia wału napędowego *B* w mechanizmie różnicowym *R* wystąpi stan równowagi dynamicznej. Koła satelitarne *E* i *F* będą się obracały z pewną niewielką prędkością względem własnych osi obrotu wyrównując tym nadwyżkę obrotów wału silnika napędowego *A* i wału sprężarki powietrza *C* względem wału napędowego *B*.

W sytuacji odwrotnej, gdy maleje obciążenie wału napędowego *B*, np. przy jeździe z góry, również zachwiana zostaje równowaga statyczna mechanizmu różnicowego *R*. Obroty wału napędowego *B* nieznacznie wzrastają kosztem obrotów wału sprężarki powietrza *C*. Jeżeli zmniejszyć wtedy odpowiednio ilość gazów spalinowych doprowadzanych do silnika napędowego obniżając tym jego obroty, prędkość pojazdu ograniczy się do pierwotnej prędkości jednostajnej. Ciśnienie w pojemniku będzie obniżać swój poziom aż dojdzie do wartości, przy której moc układu wystarczy do pokonania zmniejszonych oporów. W mechanizmie różnicowym *R* wystąpi stan równowagi dynamicznej. Koła satelitarne *E* i *F* będą się obracały z pewną niewielką prędkością względem własnych osi obrotu, lecz w kierunku przeciwnym niż przy podwyższonym obciążeniu wału napędowego *B*. Obroty kół satelitarnych *E* i *F* wyrównywać będą nadwyżkę obrotów wału napędowego *B* względem wału silnika napędowego *A* i wału sprężarki powietrza *C*.

Działanie mechanizmu napędowego w cieplnym silniku trakcyjnym przedstawione powyżej w opisie schematycznym, zapewnia samoczynną, ciągłą regulację obrotów i regulację momentu obrotowego wału napędowego *B* przy zmniejszającym się jego obciążeniu. Jednocześnie wszystkie zmiany obrotów i zmiany momentu obrotowego wału silnika napędowego *A* przenoszone są na wał napędowy *B* elastycznie. Elementem amortyzującym jest tu praca sprężarki powietrza, która wraz z pojemnikiem może przyjąć i zakumulować w każdej chwili znaczną część energii silnika napędowego.

Poza przedstawionym powyżej działaniem mechanizmu napędowego jako integralnej części silnika cieplnego, mechanizm napędowy może być wykorzystany jako część dodatkowa przy silniku trakcyjnym cieplnym lub elektrycznym, wyposażonym w mechaniczną lub elektryczną przekładnię biegów.

Mechanizm napędowy współpracujący ze sprężarką powietrza wyposażoną w pojemnik, miałby wtedy za zadanie amortyzację nagłych zmian prędkości pojazdu w czasie zmieniania biegów. Ponadto we współpracy ze sprężarką miałby za zadanie hamowanie odzyskowe oraz wytworzenie sprężonego powietrza przeznaczonego np. do doładowywania silnika spalinowego, hamowania pojazdu, otwierania drzwi itp.

Zastosowanie mechanizmu napędowego jako amortyzatora napędu pojazdu mechanicznego miałyby szczególne znaczenie w zastosowaniu do trolejbusów, których zrywność jest wyjątkowo nieciągła.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mechanizm napędowy dzielący moc silnika napędowego pomiędzy wał napędowy a sprężarkę powietrza, znamienny tym, że wał silnika napędowego (A) sprzężony jest z wałem napędowym (B) i z wałem sprężarki powietrza (C) za pośrednictwem mechanizmu różnicowego, na przykład planetarnego (R), w taki sposób, że jeden z wymienionych wałów (A, B, C) połączony jest z jarzmem satelitów (D), inny z ko-

łem słonecznym (H) a pozostały z kołem pierścieniowym (K).

2. Odmiana mechanizmu napędowego, według zastr. 1, znamienna tym, że silnik napędowy, sprężarka powietrza oraz wał napędowy połączone są z odpowiednimi elementami mechanizmu różnicowego za pośrednictwem dodatkowych mechanizmów, na przykład przekładni zębatej (M).
3. Odmiana mechanizmu napędowego, według zastr. 1, znamienna tym, że silnik napędowy, sprężarka powietrza oraz wał napędowy połączone są z odpowiednimi elementami mechanizmu różnicowego bezpośrednio, bez udziału niektórych wałów, na przykład wału (A) i (C).

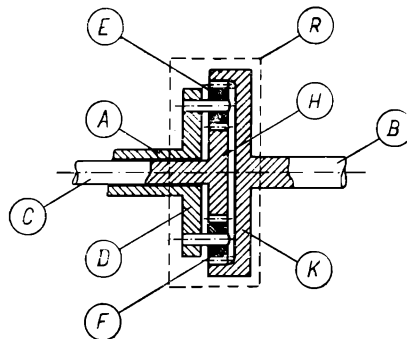


Fig. 1

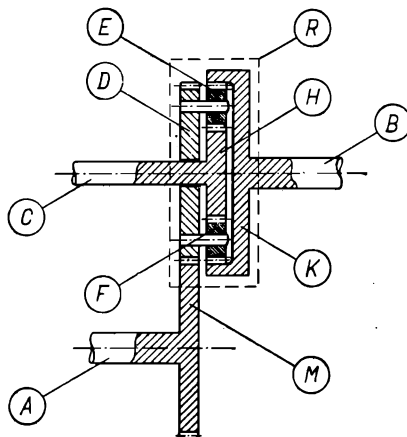


Fig. 2