

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30859

Kl. 21 c, 64/53

Akciová společnost, dříve Škodovy závody v Plzni, Praga

H02p 11/00

Urządzenie do samoczynnego zachowania stałej mocy silnika spalinowego w napędach z elektrycznym przenoszeniem siły.

Zgłoszono 6 lutego 1936

Udzielono 24 sierpnia 1942

Pierwszeństwo: 6 lutego 1935 (Czechosłowacja)

Silniki benzynowe, jak również silniki Diesla, zwane ogólnie silnikami spalinowymi, nie nadają się w wielu przypadkach do bezpośredniego napędu niektórych urządzeń, np. do napędu kół pojazdu, gdyż moc ich zmienia się z liczbą obrotów w ten sposób, że przy małej liczbie obrotów moc silnika jest mała, a pełna moc występuje tylko przy najwyższej liczbie obrotów silnika.

W niektórych napędach wymagane jest jednak, aby całkowita moc motoru spalinowego była wyzyskiwana przy zmieniających się obrotach wału napędowego. Aby to uzyskać, włączane są przekładnie między wałem silnika spalinowego a wałem napędowym.

Szerokie zastosowanie, zwłaszcza w pojazdach, znalazły elektryczne przekładnie, których istota polega na tym, że z silnikiem spalinowym sprzęgnięta jest bezpośrednio prądnica, zwykle na prąd stały, a wytworzony w tej prądnicie prąd zasila następnie silniki napędzające.

Ażeby silnik spalinowy pracował stale z pełnym obciążeniem, musi być również doprowadzana stała moc do prądnicy, czyli

$$\frac{E \cdot J}{\eta} = N = \text{stała},$$

gdzie E oznacza napięcie prądnicy, J — natężenie prądu, η — sprawność, a N — moc silnika spalinowego.

Żadna jednak ze znanych prądnic prądu stałego nie ma takiej zewnętrznej charakterystyki, czyli zależności napięcia międzyzaciskowego E od prądu twornikowego J , ażeby zadość uczyniono warunkowi stałej mocy doprowadzanej. Innymi słowy, gdy zmienia się wielkość prądu prądnicy, zmienia się również jej napięcie, jednak nie na tyle, ażeby iloczyn $E \cdot J$, podzielony przez sprawność, pozostał stały.

Istnieje cały szereg urządzeń regulujących, mających na celu dostosowanie charakterystyki prądnicy możliwie do warunków stałej doprowadzanej mocy.

Takie urządzenia składają się zasadniczo z samoczynnego regulatora, połączonego z narządem przełącznikowym opornika, włączonego do obwodu wzbudzającego prądnicy. Regulator przedstawia opornik samoczynnie w ten sposób, że przy każdym określonym natężeniu prądu napięcie międzyzaciskowe E otrzymuje taką wielkość, że spełnione zostaje równanie

$$(E \cdot J) : \eta = \text{stałe}.$$

Wadę wszystkich istniejących regulatorów stanowi ich stosunkowo mała czułość. Gdy zmienia się wielkość prądu prądnicy, a tym samym również doprowadzana moc, regulator zmienia również wzbudzenie prądnicy.

Regulator nie działa jednak natychmiast w pierwszym momencie zmiany mocy, lecz dopiero, gdy odchylenie mocy będzie dostateczne, ażeby regulator mógł rozwinąć siłę, potrzebną do przełączenia opornika. Im mniej czuły jest regulator, tym większe jest odchylenie mocy. Nadto regulator musi przy przełączaniu opornika pokonać nie tylko opory bierne poruszających się części, lecz i ich stan bezwładności, wskutek czego nastawienie opornika opóźnia się. Zmiana wielkości strumienia magnetycznego prądnicy jest spóźniona w porównaniu z odpowiednią zmianą nastawienia opornika wskutek samo-

indukcji uzwojenia wzbudzającego. Przytoczone opóźnienia podwyższają znacznie odchylenia od regulowanej stałej wartości doprowadzonej mocy prądnicy. Opóźnienia te mogą w połączeniu z mechaniczną i elektromagnetyczną bezwładnością maszyny i regulatora wywołać niemiłe wahania całego zespołu.

Dążność do usunięcia szkodliwego wpływu bezwładności elektromagnetycznej doprowadziła do budowy tak zwanych wyprzedzających regulatorów sprawności, których sposób działania polega na tym, że regulator wywołuje znacznie większe zmiany wielkości oporu w obwodzie wzbudzającym prądnicy, aniżeli jest to potrzebne do wyrównania powstałych odchylenia doprowadzanej mocy. Duża zmiana wielkości oporu wywołuje szybkie zwiększenie względnie zmniejszenie wielkości wzbudzającego strumienia magnetycznego prądnicy, a dzięki temu również szybkie wyrównanie powstałego odchylenia doprowadzanej mocy. Ponieważ jednak zmiana oporu jest znacznie większa, aniżeli potrzebne to jest do wyrównania tego odchylenia, strumień magnetyczny zmienia się więcej i moc doprowadzana prądnicy przekracza żadaną wartość stałą. Wskutek tego regulator otrzymuje samoczynnie impuls zwrotny, a moc doprowadzana do prądnicy przekracza wymaganą wartość stałą w przeciwnym kierunku. Regulator porusza się zatem stale, a moc prądnicy waha się około średniej wartości, odpowiadającej mocy stałej silnika spalinowego.

Aby amplituda wahanía była przy tym mała, regulator musi być tak czuły, ażeby przełączał wzmocnione wzbudzenie na wzbudzenie słabsze wielokrotnie szybciej, zanim to wzmocnione wzbudzenie ustali się, potem musi on osłabione wzbudzenie przełączyć wcześniej na wzbudzenie wzmocnione, zanim znowu to osłabienie wzbudzenia ustali się, itd.

Regulatory wahadłowe są znacznie prostsze, aniżeli regulatory, które zmieniają wzbudzenie stopniowo, nie pracują one jednak w sposób zadowalający, gdyż nie są dostatecznie czułe, wskutek czego okresowe odchylenia sprawności prądnicy są stosunkowo wielkie. Oddziaływa to szkodzi na prądnicę oraz na silniki elektryczne, względnie wymaga ciężkiej budowy maszyn i specjalnych konstrukcji przyrządów pomiarowych, np. amperomierza i woltomierza.

Znane dotychczas samoczynne regulatory elektryczne mocy silników spalinyowych przy zachowaniu stałej liczby obrotów składają się w zasadzie z dwóch układów napędowych, połączonych pomiędzy sobą mechanicznie i działających na urządzenie, które przełącza wzbudzenie prądnicy. Jeden z tych układów jest silnikiem elektrycznym. Jego moment M_1 jest proporcjonalny do mocy N , w danym przypadku do mocy doprowadzanej, lub proporcjonalny do momentu prądnicy według następującego równania

$$M_1 = k N = k \cdot (N_0 \pm \Delta N),$$

gdzie k jest stałą, N_0 nominalna, regulowana moc prądnicy, ΔN jest odchyleniem mocy prądnicy.

Drugi układ jest mechaniczny lub również elektryczny i posiada w przybliżeniu stałą siłę lub moment M_2 , który przeciwdziała pierwszemu układowi w ten sposób, że przy nominalnej mocy N_0 prądnicy obydwa układy są w równowadze, czyli

$$M_2 = M_1 = k N_0.$$

Gdy nastąpi odchylenie mocy $\pm \Delta N$, wtedy moment jednego lub drugiego układu przeważa, a urządzenie przełącznikowe wzmacnia lub osłabia wzbudzenie.

Moment oddziaływający na urządzenie przełącznikowe jest

$$M = M_1 - M_2 = \pm k \cdot \Delta N.$$

Z powyższego widać, że czynny moment regulatora, powodującego przełączenie wzbudzenia, jest proporcjonalny do odchylenia mocy prądnicy ΔN , względnie do odchylenia doprowadzanej do niej mocy, lub momentu. Moment każdego z obydwóch układów napędowych jest jednak proporcjonalny do pełnej mocy N prądnicy. Obydwa układy muszą zatem być obliczone na dużo większy moment, aniżeli na moment czynny, mianowicie w stosunku $N : \Delta N$. Wskutek tego bezwładność ruchomych części obydwóch układów oraz opory bierne są stosunkowo wielkie, a regulator jest mało czuły.

Wynalazek niniejszy rozwiązuje zadanie stałego wykorzystania sprawności silnika spalinowego w nowy, lepszy sposób, odznaczający się szczególnie dużą wrażliwością regulatora.

Dotyczy on elektrycznego regulatora, przy którym strumień magnetyczny Φ , wytworzony przez uzwojenie wzbudzające stałego układu elektrycznego, a działający na ruchomy twornik, połączony z urządzeniem przełącznikowym, odpowiada warunkowi:

$$\Phi = c_1 E + C_2 J - f(n) \dots \dots \dots (1),$$

w którym to równaniu J , E oznaczają natężenie prądu i napięcie prądnicy, napędzanej przez silnik spalinowy, $f(n)$ jest wielkością, zależną od liczby obrotów prądnicy, a c_1 , c_2 są stałymi, względnie w przybliżeniu stałymi wielkościami.

Wspomnianą poprzednio zależność magnetycznego strumienia od wartości E , J , n osiąga się w ten sposób, że regulator zostaje wyposażony w potrójne wzbudzenie, mianowicie wzbudzenie zależne od napięcia E , wzbudzenie zależne od natężenia prądu J i wzbudzenie zależne od liczby obrotów, które przeciwdziała dwom pierwszym poprzednio wymienionym wzbudzeniom.

Wielkości C_1 , C_2 i $f(n)$ są tak dobrane, ażeby przy określonych średnich wartościach napięcia E i natężenia J strumień Φ był równy zeru.

Jeżeli przy tym wartości c_1 , c_2 i $f(n)$ są dostatecznie duże, to według równania (1) mniejszym odchyleniom wartości E , J odpowiadać będą duże odchylenia magnetycznego strumienia Φ , oddziaływającego na ruchomy twornik. Regulowanie jest zatem bardzo czułe i odbywa się szybko.

Z opisanej zasady regulacji widoczne jest, że właściwie suma wartości napięcia E i natężenia prądu J względnie wartości proporcjonalne do napięcia i natężenia prądu są regulowane, podczas gdy regulator ma za zadanie regulować doprowadzaną moc prądnicy $J \cdot E$ względnie moc silnika spalinowego.

Przez odpowiedni dobór wielkości c_1 , c_2 , które ze względu na zmianę przenikalności żelaza, wywołaną zmianą nasycenia, nie są stałymi, oraz przez odpowiedni dobór wielkości $f(n)$ można osiągnąć, że przy opisanym sposobie regulacji doprowadzana moc do prądnicy posiada wartość praktycznie stałą.

Wzbudzenie regulatora, zależne od liczby obrotów prądnicy, skutecznia się w ten sposób, że jedno z uzwojeń wzbudzających regulatora jest zasilane z prądnicy pomocniczej, która jest napędzana przez silnik spalinowy razem z prądnicą główną. Jeżeli ta prądnica pomocnicza zostanie zaopatrzona we wzbudzenie własne, a jej obwód magnetyczny nie jest nasycony, to wielkość napięcia prądnicy pomocniczej jest bardzo czuła na zmianę jej liczby obrotów. Ponieważ napięcie to jest proporcjonalne do wielkości $f(n)$ z równania (1) dla strumienia magnetycznego Φ , to wielkość $f(n)$, a wskutek tego również strumień Φ są bardzo czułe na zmiany liczby obrotów n , czyli że regulator będzie utrzymywać z dużą dokładnością stałą liczbę

obrotów silnika spalinowego, a przez to również jego stałą moc.

Urządzenie do regulowania według niniejszego wynalazku jest widoczne z przykładów wykonania regulatora na fig. 1 i 2 rysunku, a jego korzyści wynikające ze sposobu działania są opisane poniżej.

Na fig. 1 cyfra 1 oznacza silnik spalinowy, 2 — prądnicę główną ze wzbudzeniem bocznikowym, napędzaną przez silnik spalinowy, 3 — prądnicę pomocniczą ze wzbudzeniem własnym, 4 — silnik względnie zespół silników, zasilanych przez prądnicę główną, 5 oznacza opornik dodatkowy w obwodzie wzbudzenia prądnicy głównej, 6 — przełącznik wzbudzenia, 7 — wał regulatora z osadzonym na nim twornikiem, napędzający przełącznik 6, 8 oznacza wzbudzenie na regulatorze, którego wielkość zależy od prądu głównego J , 9 — wzbudzenie, zależne od napięcia E prądnicy, 10 i 11 — wzbudzenie, zależne od liczby obrotów prądnicy, zasilane przez prądnicę pomocniczą 3. Strzałki na fig. 1 i 2 wskazują kierunki poszczególnych strumieni magnetycznych, wytworzonych przez uzwojenia 8, 9, 10, 11.

Prąd w uzwojeniach 10, 11 jest proporcjonalny do napięcia u na zaciskach prądnicy pomocniczej. Prądnica ta posiada wzbudzenie własne i wskutek tego jej napięcie zmienia się z wyższą potęgą liczby obrotów n , aniżeli z pierwszą potęgą, czyli

$$u = \text{stałej} \cdot n^\alpha \dots\dots\dots (2)$$

gdzie jest $\alpha > 1$.

Przy nienasyconym obwodzie magnetycznym cały strumień magnetyczny i moment oddziaływający na przełącznik 6 jest proporcjonalny do sumy wszystkich magnetycznych sił wzbudzających, czyli dla momentu przy uwzględnieniu równania (2) ważne jest równanie

$$M = k_1 J + k_2 E - k_3 n^\alpha \dots\dots\dots (3)$$

gdzie k_1 , k_2 , k_3 są wielkościami stałymi.

Gdy wyrazy $k_1 J + k_2 E$ oraz $k_3 n^\alpha$ są w równowadze, to moment M jest równy zeru i regulator jest w spoczynku. Gdy wartość wyrazu $k_1 J + k_2 E$ wzrasta lub wartość $k_3 n^\alpha$ zmniejsza się, a przez to liczba obrotów i moc silnika spalinowego też się zmniejsza, powstaje moment M , który obraca twornik z wałem 7 oraz włącza za pomocą przełącznika 6 opór 5 do obwodu wzbudzenia prądnicy 2. Napięcie, natężenie prądu i moc prądnicy zmniejszają się, silnik spalinowy wskutek tego odciąża się i jego liczba obrotów a zarazem również jego moc wzrasta. Zatem wyrażenie $k_1 J + k_2 E$ zmniejsza się, a powiększa się wyraz $k_3 n^\alpha$ w równaniu (3) momentu, dopóki pomiędzy obydwojoma wyrazami nie zapanuje ponownie równowaga. Gdy te dwa wyrażenia zmieniają się dalej, tak że wartość wyrazu $k_1 J + k_2 E$ zmniejszy się względem wyrazu $k_3 n^\alpha$, to powstaje moment ujemny M , czyli że twornik regulatora działa na przełącznik 6 w kierunku odwrotnym. Przełącznik powoduje zwarcie opornika, wskutek czego zwiększa się wzbudzenie prądnicy, wobec czego wyraz $k_1 J + k_2 E$ na nowo musi wzrosnąć, a wyraz $k_3 n^\alpha$ wraz z przeciążeniem silnika spalinowego zmniejsza się.

Regulator podtrzymuje zatem równowagę, wobec czego ważne jest równanie:

$$k_1 J + k_2 E = k_3 n^\alpha \dots\dots\dots (4)$$

Stałe wartości k_1 , k_2 , k_3 są zależne od liczby zwojów uzwojeń 8, 9, 10, 11, od przekroju czynnego żelaza w magnetycznym obwodzie regulatora i od podobnych czynników. W ogólności zależą one od budowy regulatora i prądnicy pomocniczej 3 i mogą być według potrzeby odpowiednio dobrane przy budowie regulatora.

Stałe wartości k_1 , k_2 , k_3 są dobierane w ten sposób, ażeby przy określonych wartościach średnich napięcia prądnicy E_o i natężenia prądu J_o , które odpowiadają

warunkowi stałej mocy N_o silnika spalinowego, obydwie wartości po lewej stronie równania (4) były równe oraz aby równaniu (4) odpowiadała żądana stała wartość liczby obrotów n_o . W celu określenia wspomnianych stałych służą wtedy dwa równania (trzecim warunkiem jest odpowiednia wielkość regulatora):

$$k_1 J_o + k_2 E_o = k_3 n_o^\alpha \dots\dots\dots (5)$$

$$k_1 J_o = k_2 E_o \dots\dots\dots (6)$$

przy tym:

$$J_o E_o = N_o \eta_o \dots\dots\dots (7)$$

przy czym η_o oznacza sprawność prądnicy przy wartościach E_o napięcia i J_o natężenia prądu.

Za pomocą obliczeń matematycznych można udowodnić, że przy tak dobranych stałych i przy równowadze równania (4) ze stosunkowo dużą dokładnością zostaje spełniony warunek

$$\frac{J \cdot E}{\eta} = N_o \dots\dots\dots (8)$$

czyli że regulator stara się utrzymać stałą moc prądnicy oraz moc silnika spalinowego. Przy tym, jak to już poprzednio omówiono, czułość regulatora oraz szybkość regulacji jest znacznie większa, aniżeli przy innych znanych systemach regulowania.

Opisane urządzenie regulujące jest przedstawione na fig. 1 schematycznie. W rzeczywistości wymaga ono różnych dodatkowych urządzeń, np. oporników dodatkowych, włączonych w obwód uzwojeń 9, 10, 11 do nastawiania potrzebnych wartości regulowanej mocy. Przez zmianę wielkości tych oporników, jak również oporu 5, może być nastawiona dowolna wartość mocy silnika spalinowego względnie jego liczby obrotów, gdyż moc silnika jest

w przybliżeniu proporcjonalna do jego liczby obrotów.

Opisany regulator jest zatem jednocześnie regulatorem mocy i liczby obrotów.

Wykonanie regulatora może być różne. Na fig. 1 przedstawiono regulator dwubiegunowy. Może on być również wielobiegunowy. Na każdym magnecie może być umieszczony cały szereg uzwojeń wzbudzających 8, 9, 10, 11. Uzwojenia 10 i 11 mogą być przy tym połączone w jedną cewkę. Twornik *NS* może być wykonany ze zwykłego żelaza i zaopatrzony w uzwojenie, zasilane z dowolnego źródła prądu o stałym lub zmiennym napięciu. Prąd do tego uzwojenia może być doprowadzany poprzez komutator lub też pierścienie. Regulator może mieć również postać zwykłego elektromagnesu o ruchu twornika przesuwным lub obrotowym. Przełącznik 6 może zmieniać wzbudzenie prądnicy 2 za pomocą różnych znanych sposobów, czyli przez zmianę oporu w obwodzie wzbudzenia bocznikowego, przez odłączenie zwojów wzbudzających lub przez zwarcie tychże lub podobnie. Przy tym zmiana wzbudzenia może być przeprowadzana pomiędzy dwiema krańcowymi wartościami (regulator drgający) lub też stopniowo, np. przez działanie wału regulatora na ruchomy styk opornika.

Strumień magnetyczny, oddziaływający na twornik regulatora, może być rozłożony na dwie składowe, z których jedna jest wzbudzana przez uzwojenia 8, 11, druga zaś przez uzwojenia 9, 10.

Praktycznie system ten sprowadza się do podziału całego elektromagnetycznego układu na dwie części, jak na fig. 2.

Strumienie magnetyczne wytworzone uzwojeniami 10, 11, przez które przepływa prąd zależny od liczby obrotów silnika spalinowego względnie od napięcia prądnicy pomocniczej, działają jak na fig. 1 przeciw strumieniom cewek 8, 9, przez które przepływają prądy zależne od natężenia

prądu lub napięcia prądnicy głównej. Na rysunku *J* jest cały lub część prądu głównego, *E*, *e* są całe lub częściowe napięcia głównej i pomocniczej prądnicy. Wypadkowy strumień magnetyczny, przepływający przez obydwa tworniki *NS* według fig. 2 jest, jak poprzednio, wyznaczony równaniem:

$$\Phi = c_1 E + c_2 J - f(n)$$

Wypadkowy moment obydwóch tworników jest określony przez to samo równanie (3) jak moment twornika według fig. 1, mianowicie:

$$M = k_1 J + k_2 E - k_3 n^2$$

Wszystko zatem, co powiedziano o regulatorze, przedstawionym na fig. 1, stosuje się również i do regulatora, przedstawionego schematycznie na fig. 2, jednakowoż z jednym wyjątkiem: moment regulatora według fig. 1 równa się zeru, gdy wypadkowy strumień magnetyczny równy jest zeru. Moment regulatora według fig. 2 równa się zeru, gdy sumy magnetycznych strumieni obydwóch tworników równe są zeru, przy czym składowe magnetyczne strumienia w poszczególnych twornikach nie muszą być jednocześnie równe zeru. Jedna składowa może być dodatnia, a druga ujemna. Wielkość tych składowych jest ograniczona nasyceniem żelaza. Ażeby zwiększyć czułość regulatora na odchylenia mocy silnika spalinowego, jego obwody magnetyczne w stanie równowagi powinny nie być nasycone. Z tej przyczyny nie powinna być stosowana tutaj, teoretycznie biorąc, nieograniczenie wielka liczba zwojów w uzwojeniach 8, 9, 10, 11, jak w przypadku regulatora według fig. 1, gdzie w stanie równowagi nasycenie żelaza jest równe zeru. Gdy liczba zwojów wzbudzających zostanie zmniejszona, zmniejsza się również moment, oddziały-

wający na przełącznik 6 przy określonych odchyleniach mocy prądnicy. Wskutek tego zmniejsza się również szybkość przełączania. Szybkość ta pozostaje jednak znacznie większa, aniżeli przy znanych regulatorach mocy, gdyż zasada działania różnicowego uzwojeń wzbudzających, zastosowana przy regulatorze na fig. 1, jest zastosowana również w regulatorze wykonanym według fig. 2.

Korzyść, jaką daje regulator przedstawiony na fig. 2, polega na możliwości dokładniejszego regulowania mocy silnika spalinowego, aniżeli za pomocą regulatora według fig. 1. Gdy regulator z opornikami dodatkowymi lub równoległymi cewek 8, 9, 10, 11 według fig. 1 tak jest nastawiony, ażeby przy średnim obciążeniu prądu J_0 prądnicy moc silnika spalinowego była naregulowana na właściwą żadaną wartość N_0 , wtedy przy szybkiej zmianie obciążenia i niezmienionej liczbie obrotów regulator nastawi doprowadzoną moc prądnicy jako nieco mniejszą aniżeli N_0 . Wynik tego błędnego regulowania powoduje krótkotrwałe odciążenie silnika spalinowego i wzrost jego liczby obrotów, a więc jego mocy, wskutek czego błąd zostaje wyrównany. Ostateczne odchylenie silnika spalinowego w stanie wyrównanym jest nieznaczne.

Opisanym poprzednio krótkotrwałym błędom regulacji można częściowo zapobiec w regulatorze według fig. 2 przez sztuczne powiększenie rozproszenia cewek 8 i 9. Uzwojenia wzbudzające 10, 11 regulatora są tak obliczone, ażeby ich amperozwoje wyrównywały amperozwoje cewek 8, 9 przy średnich wartościach natężenia prądu i napięcia J_0 , E_0 prądnicy. Przy największym lub najmniejszym natężeniu prądu prądnicy następuje w obydwóch obwodach magnetycznych regulatora najwyższe nasycenie żelaza.

Przy najwyższym natężeniu prądu J (najmniejsze napięcie E) strumień magne-

tyczny, działający na twornik 12, przebiega w kierunku działania cewki 8, natomiast strumień, działający na twornik 13, przebiega wówczas przeciw działaniu cewki 9. Magnetyczne rozproszenie cewki 8 zmniejsza moment wypadkowy, za pomocą którego cewki 8, 11 oddziałują na twornik 12. Rozproszenie cewki 9 zmniejsza strumień pochodzący od niej i przeciwdziałający strumieniowi cewki 10. Skutkiem tego strumień wypadkowy, działający w kierunku strumienia cewki 10 na twornik 13, zostaje powiększony.

Wskutek oddziaływania rozproszenia zmniejsza się moment twornika 12, a zwiększa się moment twornika 13. Równowaga regulatora, jak długo nie zmieni się liczba obrotów prądnicy, powstaje wskutek tego przy wyższych wartościach J i E od obliczonych bez uwzględnienia wspomnianego rozproszenia, czyli nastawiona w ten sposób krótkotrwała wartość doprowadzonej mocy prądnicy zbliża się bardziej do nominalnej mocy silnika spalinowego (ujemne odchylenie od tej nominalnej mocy, tj. zmniejszenie mocy, jest mniejsze).

W podobny sposób można wyprowadzić, że również przy najmniejszym obciążeniu (najwyższe napięcie E) równowaga regulatora wymaga wyższej wartości doprowadzanej mocy prądnicy jak wartość obliczona bez brania pod uwagę rozproszenia. Przez sztuczne rozproszenie może być zatem wyrównane wyżej podane krótkotrwałe ujemne odchylenie mocy doprowadzanej do prądnicy. Wskutek tego wyrównywa się również odciążenie silnika spalinowego.

Reasumując należy stwierdzić, że regulator według fig. 1 działa prędzej niż regulator według fig. 2, jednakże ten ostatni może dokładniej nastawiać moc niż regulator według fig. 1. Z tego powodu regulator według fig. 1 znajduje swe zastosowanie tam, gdzie dopuszczalne jest większe odchylenie od nominalnej mocy, lecz na-

leży zapobiegać drganiom doprowadzanej mocy prądnicy. Regulator według fig. 2 nadaje się zwłaszcza tam, gdzie dopuszczalne są drgania doprowadzanej mocy prądnicy (szybkie drganie doprowadzanej mocy nie ma bowiem praktycznie żadnego wpływu na sposób działania silnika spalinowego), gdzie jednakże pożądana jest duża dokładność w nastawianej mocy.

Regulator według fig. 2 może dokładnie regulować moc silnika spalinowego w trzech punktach, przy najwyższym, średnim i najniższym obciążeniu prądnicy. Pomiedzy tymi punktami mogą zachodzić pewne odchylenia mocy.

Dalsze zwiększenie dokładności przebiegu regulowania może być osiągnięte przez odpowiednie przyłączenie uzwojeń twornikowych regulatora, a mianowicie przez przyłączenie twornika 12 do napięcia E prądnicy głównej, np. równolegle lub szeregowo z uzwojeniem 9. Twornik 13 przyłącza się wówczas do napięcia e prądnicy pomocniczej, której napięcie jest zależne od liczby obrotów silnika spalinowego. Gdy uzwojenia tworników 12, 13 są tak obliczone, względnie prądy w nich są tak nastawione za pomocą oporników regulujących, aby przy powyżej rozważanych średnich wartościach napięcia E_0 prądnicy i natężenia prądu J_0 oraz przy stałej liczbie obrotów n silnika spalinowego obydwa tworniki pozostały w równowadze, to odchylenia mocy przy średnim obciążeniu prądem J_0 zależą od tych samych warunków, jak w opisanych regulatorach z twornikami, zasilanymi ze wspólnego źródła prądu, względnie jak przy zastosowaniu magnesów stałych.

Przy obciążeniu prądem J większym niż J_0 przynależne napięcie E prądnicy jest mniejsze jak E_0 , wskutek tego amperozwoje twornika 12, przyłączonego do napięcia E , zmniejszają się i równowaga powstałaby dopiero przy nieco większych wartościach J , E , o ile stała liczba obrotów prądnicy

pozostaje utrzymana, niż by to miało miejsce przy magnesach 12, 13 wykonanych jako stałe. Przy obciążeniu prądem mniejszym jak J_0 napięcie E jest wyższe aniżeli E_0 . Liczba amperozwojów twornika 12 wskutek tego wzrasta i, ażeby powstała równowaga, natężenie prądu J musi ponownie być większe, aniżeli przy stałych magnesach, gdyż przy obciążeniu prądem J mniejszym jak J_0 amperozwoje pochodzące od prądu J_0 — J działają elektromagnetycznie przeciw amperozwojom zależnym od napięcia e , które przebiegają w kierunku pola wypadkowego.

To samo działanie można osiągnąć, jeżeli twornik 12 przyłączy się do napięcia prądnicy pomocniczej, a twornik 13 w obwód prądu J względnie jego odgałęzienie.

Przez te dwa rodzaje połączeń tworników osiąga się więc podobne wyrównanie odchyleni mocy, jak przy pomocy zwiększonego rozproszenia.

Za pomocą sztucznego rozproszenia można osiągnąć również odchylenie mocy regulowanej w odwrotnym kierunku, jeżeli rozproszenie zostanie zwiększone w cewkach 10 i 11 zamiast w cewkach 8, 9. Przez połączenie sztucznego rozproszenia z poprzednio wspomnianym odpowiednim połączeniem tworników 12 i 13 osiąga się prawie idealne dostosowanie regulacji do warunków stałej mocy silnika spalinowego.

Jak to już wyżej zaznaczono, regulator według fig. 1 i 2 może zmieniać wzbudzenie prądnicy stopniowo lub wahadłowo pomiędzy dwiema krańcowymi wartościami. Przy regulatorze wahadłowym pożądana jest szczególnie duża szybkość regulacji. Szybkość ta jest przy regulatorze według wynalazku większa aniżeli przy istniejących regulatorach i może być za pomocą niżej opisanych dwóch dalszych sposobów zwiększona.

Jeden sposób polega na nagromadzeniu energii kinetycznej twornika i przełącznika regulatora za pomocą elastycznych sprę-

żyn. Konstrukcja tego urządzenia polega na tym, że ruch dźwigni przełącznikowej zostaje ograniczony obustronnie przez sprężynowe zderzaki, które równocześnie mogą być użyte jako styki do przełączania wzbudzania. Energia kinetyczna wychyleń regulatora zostaje zatem nagromadzona w sprężynie wskutek jej napięcia. Przy wychyleniu zwrotnym regulatora ruchome jego części podlegają przyspieszeniu przez elektromagnetyczne oddziaływanie, jak również przez oddziaływanie napiętej sprężyny, a napięcie sprężyny na drugiej stronie, czyli przy wychyleniu zwrotnym będzie większe, jak przedtem. Dlatego też szybkość następnego wychylenia będzie również większa. Zwiększanie szybkości wychyleń jest ograniczone z jednej strony siłą sprężyny, z drugiej zaś strony szybkością elektromagnetycznych przebiegów. Opóźnienia powodowane bezwładnością nie odgrywają większego znaczenia. Opóźnienie elektromagnetyczne może być zmniejszone przez przełączanie któregośkolwiek z uzwojeń 8, 9, 10, 11 przy wychylaniu regulatora, mianowicie przez takie przełączanie, które w końcowym położeniu dźwigni przełącznikowej daje impuls do ruchu zwrotnego. Szczególne korzyści daje włączenie cewki napięciowej 9 regulatora nie bezpośrednio do zacisków prądnicy, lecz do części opornika, służącego do zmiany bocznikowego wzbudzenia prądnicy. Wtedy nie jest potrzebny osobny przełącznik do cewek regulatora. Przy zwiększeniu wzbudzenia prądnicy regulator zwiera opornik bocznikowy. Przez to zwiększa się momentalnie napięcie na odpowiednich urządzeniach regulatora, który otrzymuje impuls zwrotny wcześniej, zanim napięcie prądnicy głównej widocznie wzrośnie. Przy wychyleniu zwrotnym regulator włącza ponownie opornik do bocznika i omowy spadek napięcia w tym oporniku obniża natychmiast napięcie na uzwojeniach regulatora, zasilanych przez prąd, który jest zależny od napięcia prądnicy,

i dlatego regulator otrzymuje impuls zwrotny ponownie wcześniej, zanim napięcie prądnicy widocznie spadnie.

Na fig. 3 przedstawiono przykład połączeń uzwojeń regulatora wraz z prądnicą główną i pomocniczą. Regulator posiada dwa tworniki, zasilane prądnicą pomocniczą i prądnicą główną przez część opornika bocznikowego. Oznaczenia liczbowe 1 — 13 są te same, jak na fig. 1 i 2, 14 jest opornikiem dodatkowym dla uzwojenia wzbudzającego 11 i twornika 13, zasilanego przez prądnicę bocznikową 3. Uzwojenie wzbudzające 10 jest włączone w szereg z bocznikowym uzwojeniem wzbudzającym prądnicy pomocniczej oraz połączone z dodatkowym opornikiem 15. Przez zmianę opornika 15 może być nastawiana żądana liczba obrotów silnika spalinowego oraz wartość regulowanej mocy. 16 oznacza dzielnik napięcia dla uzwojenia wzbudzającego 9 i twornika 12. Oporniki 14, 15, 16 służą z jednej strony do nastawiania właściwej regulacji, z drugiej zaś strony do zmniejszenia wpływu temperatury na dokładność regulowania. W tym celu mogą być one wykonane również z materiału o nieznacznym względnie ujemnym współczynniku cieplnym oporności.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Urządzenie do samoczynnego zachowania stałej mocy silnika spalinowego w napędach z elektrycznym przenoszeniem siły, składające się z elektromagnetycznego regulatora, którego przełącznik w zależności od chwilowego stanu prądnicy, napędzanej przez silnik spalinowy, wzmacnia lub osłabia wzbudzenie tej prądnicy w ten sposób, ażeby moc silnika spalinowego w przybliżeniu pozostała stała, znamienne tym, że elektromagnesy regulatora są zaopatrzone w trzy uzwojenia wzbudzające, z których jedno (8) jest zależne od natężenia prądu prądnicy głównej (2), drugie (9) od napię-

cia prądnic (2), a trzecie (10, 11) od liczby obrotów prądnic (2), przy czym działania strumieni magnetycznych, wytworzonych przez pierwsze dwa uzwojenia wzbudzające (8, 9) na wspólny twornik, są zgodne co do kierunku.

2. Urządzenie według zastrz. 1, znamienne tym, że uzwojenia wzbudzające (10, 11) są przyłączone do zacisków prądnic pomocniczej (3) o małym nasyceniu i wzbudzeniu własnym, przy czym prądnicą pomocniczą jest napędzana mechanicznie razem z prądnicą główną (2) przez silnik spalinowy (1).

3. Urządzenie według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że elektromagnesy regulatora są podzielone na dwa niezależne obwody magnetyczne, przy czym jeden z tych obwodów tworzy uzwojenie wzbudzające (8), zależne od natężenia prądu prądnic (2), i uzwojenie wzbudzające (11), zależne od liczby obrotów prądnic (2), a drugi obwód magnetyczny tworzy uzwojenie wzbudzające (9), zależne od napięcia prądnic (2), i drugie uzwojenie wzbudzające (10), zależne od liczby obrotów prądnic.

4. Urządzenie według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że układ elektromagnetyczny posiada dwa tworniki (12, 13), z których jeden twornik (13 lub 12) jest zaopatrzony w uzwojenie zasilane prądem za-

leżnym od liczby obrotów prądnic, podczas gdy uzwojenie drugiego twornika (12 lub 13) jest zasilane prądem zależnym od napięcia prądnic (2) albo od jej natężenia prądu.

5. Urządzenie według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że regulator posiada przełącznik (6), przełączający wzbudzenie prądnic (2) między dwiema krańcowymi wartościami, przy czym szybkość wahań zwiększa się w ten sposób, iż energia wahań regulacyjnych jest zawarta w sprężynach, ograniczających swobodne wychylenia regulatora.

6. Urządzenie według zastrz. 1 — 5, znamienne tym, że uzwojenie (9 względnie 12) regulatora, które jest zasilane prądem, zależnym od napięcia prądnic (2), jest przyłączone do opornika (5) lub do jego części, przy czym opornik ten służy do wzmocnienia lub do osłabienia wzbudzenia bocznikowego prądnic (2) przy odpowiednich wychyleniach dźwigni stykowej przełącznika (6) regulatora.

Akciová společnost,
dříve Škodovy závody
v Plzni

Zastępca: inż. F. Winnicki
rzecznik patentowy

Fig. 1.

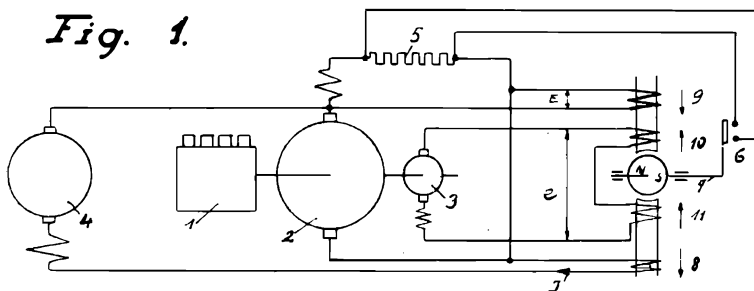


Fig. 2.

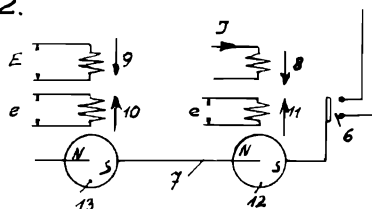


Fig. 3.

