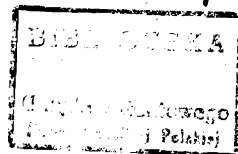


Warszawa, dnia 5 stycznia 1952 r.

F01 L 29/06



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 34415

Krzysztof Rozmowski
(Poznań, Polska)

Kl. 14 d, 22

14d 29/06

Stawidło zwrotne

Udzielono z mocą od dnia 7 października 1948 r.

Znane i powszechnie dotąd używane stawidła zwrotne posiadają szereg wad, zmniejszających sprawność maszyn, w których są obecnie stosowane.

Spośród znanych stawideł, stosowanych w maszynach parowych o zmiennym kierunku biegu i zmiennym napełnianiu, najpowszechniej jest używane stawidło Walschaerta, wyróżniające się zasadniczo połączeniem przesuwnego w kulisie kamienia z jednym końcem dźwigni rozrządzącej suwak, połączonej swym drugim końcem przegubowo z wodzikami trzonu tłokowego. Ten bardzo prosty na pozór i najwięcej rozpowszechniony sposób łączenia posiada wady, zmniejszające znacznie sprawność i nie pozwalające wykorzystać w pełni i tak już małej sprawności maszyny parowej.

Próbowano temu zaradzić w rozmaity sposób stosując różne dodatkowe urządzenia mające polepszyć charakterystyki stawidła i pracę suwaka. Tak np. według patentu niemieckiego 549 534 proponuje się połączyć stawidło z suwakiem i tłokiem poprzez dodatkowe urządzenie o odpowiednio dobranej przekładni z kół zębatych. Rozwiązanie to jest jednak niedogodne, komplikuje

budowę stawideł, a przede wszystkim nie daje pożądaných ostatecznie efektów.

Stawidło według niniejszego wynalazku pozwala usunąć szereg wad wyżej przytoczonych i polepszyć sprawność maszyny parowej przy znacznym zaoszczędzeniu paliwa, przy czym prosta budowa nowego stawidła pozwala zastosować je w istniejących parowozach.

Stawidło według wynalazku jest tak wykonane, że przesuwny w kulisie kamień łączy się z jednym końcem dźwigni rozrządzącej suwaka, drugi zaś koniec tej dźwigni z samym suwakiem, przy czym dźwignia rozrządcza jest połączona z wodzikiem trzonu tłokowego poprzez łącznik wahliwie, osadzony między wymienionymi punktami i złączony przegubowo z dźwignią od wodzika, osadzoną przesuwnie względem swej osi podłużnej w wahliwym elemencie prowadzącym.

Na rysunku uwidocznił schematycznie na fig. 1 przykład wykonania stawidła według wynalazku w jednej z możliwych odmian konstrukcyjnych; fig. 2 przedstawia geometryczne ujęcie stosunku dróg odbywanych przez punkt napędowy suwaka i drogi wodzika trzonu tłokowego z położenia środkowego; fig. 3 — graficzne ujęcie

ruchów elementarnych i ruchu ostatecznego suwaka względem ruchów tłoka przy użyciu stawidła według wynalazku w porównaniu z ruchami stawidła Walschaerta; fig. 4 — krzywe ruchu suwaka dla różnych napęnień, przy czym wykres z lewej strony odpowiada krzywym ruchu suwaka, prowadzonego stawidłem według wynalazku, z prawej zaś strony — krzywym ruchu suwaka stawidła dawnego typu; fig. 5 jest wykresem pracy użytecznej maszyny parowej.

W normalnym układzie dźwigni (schemat fig. 1) wodzik 1 trzonu tłokowego 23 jest połączony korbowodem 20 z urządzeniem napędzającym maszyny, np. kołem napędowym parowozu, korbą 21, przy czym kulisa 14, wychylana wokół swej osi obrotu 15, jest połączona swym dolnym końcem, poprzez sworzeń 18, drągiem 19 z mimośrodem 22 koła napędowego. W układzie według wynalazku łączy się wodzik 1 trzonu tłokowego obrotowo w punkcie 2 z łącznikiem 3, który może być prowadzony wzdłużnie w części wodzącej 4 wychylonej wokół osi 5 i który jest połączony przegubowo wokół osi 6 poprzez łącznik 7 i czop 8 z dźwignią rozrządczą 9.

Dźwignia rozrządcza 9, wahliwa wokół czoła 8, jest połączona przegubowo poprzez sworzeń 10 z trzonem i wodzikim suwaka 12, drugi zaś jej koniec łączy się obrotowo poprzez czop 11 i drąg 13 z wychylnie przytwierdzonym do osi 17 kamieniem 16, dającym się przesuwac w kulisie 14.

Opisany sposób łączenia według wynalazku powoduje dwa zasadnicze elementarne ruchy nowego stawidła, a mianowicie nie istniejący w dotychczasowych układach charakterystyczny ruch łączników od wodzika trzonu tłokowego, skombinowany z klasycznym ruchem drąga od kulisy.

Z schematu według fig. 1 wynika, że czop 2 wykonuje z wodzikiem 1 posuwisty ruch zwrotny o długości skoku tłoka. Jeżeli wodzik 1 znajduje się w położeniu środkowym, czyli czop 2 w punkcie 0, to łącznik 3 znajduje się na linii, tworzącej z linią posuwu kąt 90°. Punkt obrotu 5 elementu prowadniczego 4 jest punktem stałym. Punkt 6 przy prostoliniowym przesuwie punktu 2, na drodze o długości skoku tłoka, oddala się od stałego punktu 5 i do niego zbliża, tak że drodze, przebytej przez punkt 2, odpowiadać będzie droga namiotowa punktu 6, wobec czego równym przyrostom drogi wodzika od linii środkowej odpowiadają nierówne przyrosty odległości punktu 6 od linii 0 — 5.

Przenosząc dane fig. 1 na fig. 2 i określając odległość punktu 2 od położenia środkowego 0 przez x , odległość punktu 0 do 5 przez a (element dla dawnego stawidła stały), długość zaś

łącznika 3 przez b , a odległość punktu napędowego suwaka 6 od linii środkowej przez y , otrzymamy się zależność, którą matematycznie wyraża równanie:

$$y = \frac{x(\sqrt{x^2 + a^2} - b)}{\sqrt{x^2 + a^2}}$$

Jest to charakterystyczne równanie ruchu od wodzika dla sposobu łączenia według wynalazku tłoka i suwaka z urządzeniem napędowym. Określając odpowiednie współzależne wielkości w tym równaniu otrzyma się obraz krzywej 28, charakterystycznej dla tego stawidła (fig. 3).

Ruchy od kulisy są te same w stawidle według wynalazku jak i klasycznym, w którym łącznik 13 przybiera różne położenia w granicach od 13' — 13₀ dla biegów wprzód i od 13₀ — 13'' dla biegów wstecz. Ruch posuwisty punktu 18 rozwinięty dla uproszczenia w prostą po uwzględnieniu redukcji określić można równaniem elipsy graficznie przedstawionym na fig. 3.

Ruch ostateczny suwaka jest złożony, jak wspomniano z dwóch ruchów, przy czym dla stawidła według wynalazku ruchy te składają się na ruch charakterystyczny dźwigni 9. Dźwignia ta ma punkt obrotu 10 i dwa punkty zaczepu sił, pierwszy 8 oraz drugi punkt 11, to jest punkt zaczepu łącznika 13. Łącznik 7 przenosi ruch od wodzika trzonu tłokowego, łącznik 13 zaś od kulisy.

Na punkt 10 przenosi się zatem ruch punktu 6 pomnożony przez stosunek odcinków ramion dźwigni 9; mianowicie $c:d$ oraz ruch punktu 17 pomnożony przez stosunek odcinków $f:d$.

Jeśli nazwać stosunek $c:d = m$, zaś $f:d = n$, to ostateczny ruch suwaka określi suma równa dwóch zasadniczych ruchów elementarnych, pomnożonych przez odpowiednie współczynniki:

$$mf_1(x) + nf_2(x) = F(x).$$

Równanie to jest oczywiście równaniem przybliżonym, gdyż normalnie powstają zakłócenia spowodowane przez skończoną długość łączników.

Jeżeli wymienione równania ruchów przedstawia się graficznie, to otrzyma się dla stawidła według wynalazku następujące charakterystyczne wykresy, uwidocznione na fig. 3, zestawione dla porównania z równaniami, wyrażającymi te same ruchy w stawidle dawnego typu.

Równanie ruchu od wodzika stawidła według wynalazku posiada obraz graficzny, odpowiadający krzywej 28, krzywa 29 zaś, wykreślona pełną linią, jest tą samą krzywą charakterystyczną, pomnożoną przez współczynnik m . Odcięte x oz-

naczają położenie tłoka, rzędne y zaś odległość suwaka od położenia środkowego. Ruch od kulisy przedstawia elipsa 30, która zależnie od położenia kamienia w kulisie będzie więcej lub mniej spłaszczona.

Ostateczną postać ruchu suwaka w nowym stawidle wskazuje wykres 31.

Dla stawidla dawnego typu (Walschaert), charakterystyczna prosta 32 przedstawia obraz graficzny ruchu od wodzika, ruch zaś od kulisy ilustruje elipsa 30, odcięte x i rzędne y , jak w poprzednim przypadku, określają wzajemnie te same odległości od położenia środkowego tłoka i suwaka. Krzywa ruchu suwaka dawnego typu posiada zatem znany kształt podobny do elipsy o wielkiej osi nieco odchylonej od prostej 32.

Zalety nowego stawidla ujawniają się najlepiej na przykładzie porównania krzywych suwakowych według wynalazku i krzywych starego typu.

W porównaniu przyjęto w stawidle według wynalazku skok tłoka za równy 1, współczynnik $m = 2$, a $n = 1$, odcinek $O - 5$ i $2 - 6 = 1$. Stosunki odcinków mogą być oczywiście inne, w

wyniku czego można uzyskać stawidla według wynalazku o różnych odmianach konstrukcyjnych.

Na fig. 4 przedstawiono po lewej stronie wykres porównawczy pracy suwaka według wynalazku o wymienionych proporcjach dla różnych napełnień pary, po prawej zaś stronie wykres stawidla starego typu. Wykresy te przedstawiają pracę suwaka w tych samych warunkach, te same pokrycia wewnętrzne i zewnętrzne (linie 34 i 35) i te same drogi suwaka w biegu jałowym, przy czym skale na osiach x nie są te same co na osiach y , natomiast równe dla obydwóch wykresów. Wykresy te uwzględniają różne napełnienia parą, a mianowicie 10% (krzywa 36), 30% (37), 62% (38) i 72% (krzywa 39). Dla stawidla dawnego typu dla napełnienia 10% jest krzywa 40, 30% — krzywa 41, 62% — krzywa 42 i 72% — krzywa 44.

Poniższa tabela porównawcza podaje dane, wynikające z fig. 4, które wyraźnie wskazują, jakie korzyści uzyskuje się, stosując rozwiązanie konstrukcyjne stawidla według wynalazku w porównaniu z dawnymi stawidłami.

napełnienie pary w % skoku tłoka	położenie kamienia w kulisie stosunkowe	początek wylotu w % skoku tłoka od lewego punktu martwego	koniec wylotu w % skoku tłoka od prawego punktu martwego	przyspieszenie liniowe wlotu w % skoku tłoka	maksymalne otwarcie kanału wlot. pokrycie zew. przyjęto=1
I	II	III	IV	V	VI
I. Stawidło według wynalazku:					
10	0,56	12,7	12,5	1,4	0,30
30	0,74	10,2	10,0	1,2	0,32
62	0,86	8,8	8,7	0,9	0,36
72	1,00	8,0	8,0	0,7	0,40
II. Stawidło Walschaerta:					
10	0,12	45,0	44,0	4,9	0,18
30	0,46	29,0	28,5	3,0	0,26
62	1,00	14,5	14,2	1,4	0,72
72	1,38	11,3	11,0	1,0	1,05

Na tej tabeli podano liczby przeciętne z uwagi na to, że wykresy nie uwzględniają ruchów dodatkowych, a więc rzeczywistego braku symetrii pracy prawej i lewej strony tłoka oraz biegu maszyny w przód i wstecz. Rozpatrując tę tabelę należy wysunąć następujące oczywiste wnioski.

Dla tych samych napełnień (kolumna I) w celu przejścia od jednego napełnienia do drugiego kamień w stawidle według niniejszego wynalazku (kolumna II) wykonuje znacznie krótszą

drogę niż w stawidle dawnego typu. Stosunek tych dróg wynosi mniej więcej $1/3$, wobec czego kulisa w stawidle według wynalazku może być wykonana w rozmiarach znacznie mniejszych.

Z kolumny III i IV wynika, że w stawidle według wynalazku uzyskuje się późne zamknięcie wylotu pary i to mało różniące się dla rozmaitych napełnień (12,5% — 8%), podczas gdy w stawidle Walschaerta różnice są duże (44% — 11%). Opóźnienie zamknięcia jest bardzo znacz-

ne dla małych napełnień, jak wynika z tabeli, przeszło 3-krotne (12,5% i 44%), stąd wynika, że można stosować przestrzenie szkodliwe odpowiednio mniejsze nawet przy parze silnie przegrzanej, co z kolei zmniejsza znacznie rozchód pary. Późne otwarcie wylotu, prawie jednakowe dla różnych napełnień powoduje zwiększenie pracy użytecznej maszyny. Liniowe przyspieszenie wlotu pary, które powinno być jak najmniejsze, w celu zmniejszenia ujemnego działania, jest przy zastosowaniu nowego stawidła prawie że idealnie osiągnięte, gdyż przy małym napełnieniu przyspieszenie liniowe jest procentowo prawie że 4-krotnie mniejsze niż przy zastosowaniu stawidła dawnego typu (Walschaerta). Suwak w stawidle według wynalazku wykonuje również o wiele mniejszą drogę maksymalną, co wynika z kolumny IV tabeli, a mianowicie dla różnych napełnień od 0,30 — 0,40, dając dłuższe otwarcie kanału wlotowego dla małych napełnień, co jest bardzo ważne, chociażby ze względu na to, że małe napełnienia stosuje się przy dużych obrotach.

Jeżeli dodać wysoko precyzyjne zamknięcia wlotu małych napełnień (na wykresie fig. 4 kąty przecięcia krzywych z linią wlotu 35), a łagodne zamknięcia przy dużych napełnieniach, to zachodzić może w tym przypadku samoczynne działanie przy dużych obrotach, a zatem uzyskuje się samoczynną regulację mocy. Możliwość stosowania małych napełnień daje możliwość podwyższenia ciśnienia kotła, co z kolei dalej podwyższa sprawność maszyny i daje nowe możliwości konstrukcyjne.

Z fig. 5, która przedstawia powierzchnię pracy stawidła według wynalazku oraz stawidła dawnego typu, jasno wynika znaczny przyrost powierzchni pracy użytecznej uzyskanej dzięki zastosowaniu nowego stawidła do tłokowych maszyn parowych.

Powierzchnia I" oznacza przyrost pracy uzyskanej z większego otwarcia kanału wlotowego i zmniejszenia przestrzeni szkodliwej z 46 — 45, a zatem uzyskania szybszego napełniania do wyższego ciśnienia. (Oczywiście wykres nie obrazuje całkowitej oszczędności uzyskanej przez zmniejszenie przestrzeni szkodliwej).

Punkty 54 i 53 oznaczają otwarcie wlotów pary, 47 i 48 — zamknięcia wlotów, 49 i 50 — otwarcie wylotów pary, 51 i 52 — zamknięcie wylotów pary. Pole II" jest przyrostem uzyskanym przez przedłużenie krzywej pracy i opóźnienie wylotu pary w porównaniu z dawnym typem stawidła. Powierzchnia III" wskazuje na przyrost pracy użytecznej przez uzyskanie opóźnienia zamknięcia wylotu.

Dzięki osiągniętym korzyściom i zaletom stawidła według wynalazku cykl pracy maszyny parowej zbliża się do idealnego cyklu teoretycznego.

Stawidło według wynalazku przywraca zatem maszynom parowym o zmiennym kierunku biegu i zmiennym napełnianiu, np. parowozom tłokowym okrętowym, maszynom parowym pogłębiarek, kopaczek itd, dla przeciętnych napełnień teoretycznych więcej niż 2/3 strat, co pozwala osiągnąć oszczędności w opale i wodzie o 1/6 w stosunku do dzisiejszego zużycia; można zatem zwiększyć np. w przypadku parowozu, przebyta przez maszynę drogę przy takim samym zużyciu paliwa o 1/6 lub zmniejszyć o 1/6 zapas paliwa i wody a tym samym rozmiary odnośnych zasobników i zbiorników dla tej samej do przebycia drogi.

Powracając do fig. 1, przedstawiającej schematycznie stawidło według niniejszego wynalazku, należy zaznaczyć, że rozwiązanie konstrukcyjne samego stawidła wykonane być może inaczej niż to na tej figurze wskazano.

Na dźwigni rozrządczej 9 oś 8 może być umieszczona w dowolnym punkcie między punktami zaczepu 11 i 10. Ponadto łącznik 3 może być przytwierdzony do wodzika trzona tłokowego w innym miejscu niż to uwidoczniło na tej figurze. Również część 4, w której łącznik 3 może się przesuwac wzdłużnie do swej osi podłużnej może być inaczej wykonana niż to jest uwidoczniło przykładowo na rysunku. Stawidło według wynalazku może też być tak wykonane, że część wodząca 4 oraz łączniki 3 i 7 mogą się znajdować np. po drugiej stronie dźwigni 9 lub drążka suwaka.

Stawidło według wynalazku może być oczywiście zastosowane do jakiejkolwiek bądź maszyny parowej o zmiennym napełnieniu i zmiennym biegu, znajdującej się obecnie w użyciu, przy czym zaopatrzenie maszyny tłokowej w stawidło według wynalazku może nastąpić zasadniczo bez dokonywania zmiany tłoków, cylindrów i tulei suwakowych, przy najwyżej jedynie zmianie pokryw cylindrowych, jeśli się zmienia objętości przestrzeni szkodliwych.

Zależnie od konstrukcyjnego rozwiązania wspomnianych szczegółów otrzyma się tylko nieco inne obrazy krzywych graficznych. Zasada konstrukcyjna niniejszego stawidła pozostaje niezmieniona, tak iż inne odmiany konstrukcyjne oparte na tej zasadzie są objęte niniejszym wynalazkiem.

Zastrzeżenia patentowe

1. Stawidło zwrotne, znamienne tym, że posiada w układzie dźwigni łączących jedną ze swych dźwigni osadzoną przesuwnie wzdłuż swej osi podłużnej w wahliwym elemencie przewodniczym, przy czym suwak jest połączony z kulisą i z wymienioną osowio przesuwoną dźwignią poprzez dźwignię zbiorczą, tak iż jednostajnym przyrostom drogi wodzika odpowiada

dają niejednostajne przyrosty drogi punktu łączącego dźwignię osiowo przesuwoną pośrednio z suwakiem i niejednostajne przesuw suwaka.

2. Stawidło według zastrz. 1, znamienne tym, że zależność niejednostajnego przyrostu drogi punktu (6) w stosunku do jednostajnego przyrostu drogi punktu (2) wyraża się równaniem:

$$y = \frac{x(\sqrt{Vx^2 + a^2} - b)}{\sqrt{Vx^2 + a^2}}$$

gdzie y określa odległość od linii środkowej punktu łączącego pośrednio dźwignię od wozzika z suwakiem, a x oznacza odległość wozzika od położenia środkowego, przy czym a jest wielkością stałą, określającą odległość od punktu wychylenia dźwigni połączonej z wozzikiem, b zaś jest wielkością stałą określającą długość samej dźwigni od wozzika, pośrednio połączonej z suwakiem (fig. 1).

3. Stawidło według zastrz. 1 i 2, znamienne tym, że dźwignia (3), łącząca pośrednio suwak z wozzikiem trzona tłokowego, jest wozzona przesuwnie w części (4), wychylnie osadzonej na trwale osadzonej osi (5), przy czym

przegub dźwigni (3) jest połączony z dźwignią zbiorczą (9), rozrządzającą suwak za pomocą dowolnego łącznika, osadzonego w dowolnym punkcie na tej dźwigni.

4. Stawidło według zastrz. 1 — 3, znamienne tym, że łącznik (3), przytwierdzony w dowolnym punkcie wozzika (1) jest osadzony w części (4) przesuwnie wzdłużnie do swej osi podłużnej, tak iż punkt (6) łączący dźwignię (7) i (3) może się również przesuwać ponad punkt wychylenia (5) części (4).
5. Stawidło według zastrz. 1 — 4, znamienne tym, że posiada część (4), wozzącą łącznik (3), wykonaną np. w postaci widełek, obejmujących tuleję wozzącą.
6. Stawidło według zastrz. 1 — 5, znamienne tym, że część (4) posiada powierzchnię lub powierzchnie wozzące, zaopatrzone w urządzenie ułatwiające przesuw łącznika (3), wykonane np. w postaci płaskiego łożyska kulkowego, rolkowego lub też wyłożonego miękkim metalem.

Krzysztof Rozmuski
Zastępca: mgr Andrzej Au
rzecznik patentowy

