

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **238380**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **430164**

(22) Data zgłoszenia: **06.06.2019**

(51) Int. Cl.

B23Q 3/00 (2006.01)

G01B 3/00 (2006.01)

(54) **Samonastawna, toczna podpora pryzmowa wału oraz sposób sterowania podporą**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

14.12.2020 BUP 26/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

16.08.2021 WUP 20/21

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE,
Szczecin, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

KRZYSZTOF NOZDRZYKOWSKI, Szczecin, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Rafał Malujda

PL 238380 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest samonastawna, toczna podpora pryzmowa wału oraz sposób sterowania podporą.

Specyficzną grupę elementów występujących w budowie maszyn stanowią elementy wielkogabarytowe, charakteryzujące się małą i zmienną sztywnością, o dużej podatności na odkształcenia giętne. Do tej grupy części maszyn można zakwalifikować wielkogabarytowe wały korbowe i wały rozrządu. Dla zapewnienia eliminacji ugięć i odkształceń sprężystych tego typu części maszyn pod wpływem ciężaru własnego koniecznym jest zapewnienie odpowiednich warunków podparcia eliminujących ich deformacje sprężyste. Stosowane obecnie techniki pomiarowe wałów korbowych przewidują podparcie wału na kilku stałych, sztywnych podporach pryzmowych. Takie podparcie wału powoduje że w przypadku występujących odchyłek geometrycznych wprowadzane są niezamierzone ugięcia wstępne, których konsekwencją są z kolei odkształcenia sprężyste wału spowodowane niekontrolowanymi reakcjami podparcia. Odkształcenia sprężyste i funkcjonujące odchyłki geometryczne wzajemnie na siebie oddziałują, a praktyczne ich rozdzielenie jest niemożliwe, powodując w rezultacie że pomiary stanu geometrycznego wałów stają się nierzetelne. Jak wykazały badania dla wyeliminowania ugięć wału koniecznym jest aby wszystkie czopy główne wału podparte były zespołem podpór realizujących zmienne wartości sił reakcji na styku głowic podpór z czopami głównymi wału. Wartości sił reakcji powinny zmieniać się nie tylko na długości wału, ale również w zależności od kąta obrotu wału na podporach. Podpory powinny więc zapewniać w sposób kontrolowany realizację zadanej wartości siły reakcji na styku głowicy podpory z czopem głównym gwarantującej zerowe wartości ugięć na czopie przy danym kącie obrotu wału. Wymagane wartości sił reakcji wyznaczane mogą być wcześniej za pomocą dostępnych programów obliczeń wytrzymałościowych. Programy te po zamodelowaniu wału umożliwiają dokonanie niezbędnych obliczeń i wyznaczanie sił reakcji podparcia, które realizowane następnie przez podpory zagwarantują eliminację ugięć sprężystych wału pod wpływem ciężaru własnego.

Zgłoszeniem objęta jest samonastawna, toczna podpora pryzmowa mająca zastosowanie dla wałów zwłaszcza o dużych gabarytach, zaopatrzona w układ nadzorowanego sposobu realizacji zadanej wartości siły reakcji. Zastosowanie takiej podpory w układach lub systemach pomiarowych przeznaczonych do oceny stanu geometrycznego wałów eliminuje ugięcia i odkształcenia sprężyste wału korbowego pod wpływem ciężaru własnego. W rezultacie wyznaczone w oparciu o zaproponowany system pomiarowy wartości odchyłek geometrycznych będą wartościami wyznaczonymi poprawnie, o wysokim stopniu zgodności w stosunku do ich wartości rzeczywistych.

Istotą rozwiązania według wynalazku jest samonastawna, toczna podpora pryzmowa wału wyposażona w siłownik pneumatyczny zamontowany na podstawie i zasilany proporcjonalnym zaworem redukcyjnym sterowanym prądowo lub zdalnie za pomocą pilota do którego to zaworu redukcyjnego zasilanie dostarczane jest za pośrednictwem głównego zaworu zasilającego oraz osadzony w górnej części siłownika czujnik siły, znamienna tym, że na siłowniku pneumatycznym osadzona jest toczna, przegubowa, kulista, samonastawna głowica pryzmowa z mechanizmem śrubowym, zaś zawór redukcyjny sterowany prądowo zasilający siłownik pneumatyczny połączony jest za pośrednictwem przekaźnika prądowego z programowalnym sterownikiem cyfrowym i współpracuje w układzie sprzężenia zwrotnego z czujnikiem siły oraz układem nadzoru. Istotą sposobu sterowania samonastawną, toczną podporą pryzmową według wynalazku jest to, że czujnik siły dokonuje pomiaru aktualnej wartości siły reakcji na styku głowicy podpory z czopem głównym, sygnał siły przesyłany jest do programowalnego sterownika cyfrowego, gdzie następuje jego porównanie z zadaną wartością siły gwarantującą zerowe wartości ugięcia na czopie dla danego położenia kąтового wału, wyznaczoną wcześniej za pomocą programu obliczeń wytrzymałościowych, następnie analogowy sygnał sterujący za pośrednictwem przekaźnika prądowego aktywuje siłownik pneumatyczny, zaś siłownik pneumatyczny wytwarza skuteczny zmanipulowany sygnał tj. wymaganą siłę reakcji na styku głowicy podpory z czopem głównym wału, jednocześnie nadzór nad całością przebiegu zmienności siły reakcji realizowany jest w sposób ciągły za pośrednictwem układu nadzoru. Dodatkowo, sterowanie zaworem redukcyjnym może odbywać się za pośrednictwem pilota.

Zastosowanie proponowanego rozwiązania w praktyce udoskonali realizację poprawnych warunków podparcia wiotkich wielkogabarytowych części maszyn wpływając w sposób istotny na zmniejszenie ryzyka popełnienia błędów spowodowanych tymi czynnikami. Zaproponowane rozwiązanie może

być w pełni przydatne jako podpora eliminująca ugięcia innych wiotkich wielkogabarytowych części maszyn takich jak: wały jednolite i stopniowe, wały rozrzędu czy też płyty i wiotkie konstrukcje wielkogabarytowe.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, gdzie fig. 1 przedstawia konstrukcję podpory. Oznaczenia na rysunkach oznaczają kolejno: 1 – podstawa, 2 – siłownik pneumatyczny, 3 – czujnik siły, 4 – mechanizm śrubowy, 5 – głowica pryzmowa, 6 – zawór redukcyjny, 7 – przekaźnik prądowy, 8 – sterownik cyfrowy, 9 – zawór zasilający, 10 – pilot, 11 – układ nadzoru, 12 – podpora pryzmowa wału.

W przykładzie wykonania wykorzystany został obiekt przyjęty do pomiarów czyli wał korbowy silnika średnioobrotowego napędu głównego statku Buckau Wolf R8 DV136, podpory z zaworami sterowanymi prądowo, układ napędu obrotu wału, układ pomiarowy oraz układ nadzorowania zadaną wartością sił reakcji podparcia wału korbowego, komputer jako jednostka nadzorująca oraz szafka z układami sterowania X20CP1586 czyli programowalnymi sterownikami cyfrowymi, modułami analogowymi wejścia X20AI4632 i modułami wyjść analogowych X20AO4622 sygnałów sterujących podporami. Stanowisko badawcze funkcjonuje zgodnie z przyjętą koncepcją systemu pomiarowego, zaopatrzonego w układ elastycznego podparcia obiektu mierzonego czyli układ sterowania zadaną wartością sił reakcji podparcia wału korbowego. Jednocześnie poniżej przedstawiono przykładowe wyniki obliczeń wartości sił gwarantujących eliminację ugięć na czopach wału zrealizowane dla przyjętego do badań obiektu, którym był wał korbowy silnika średnioobrotowego napędu głównego statku Buckau Wolf R8 DV136. Wał ten ma długość 3630 mm i masę 9360 N, posiada dziesięć czopów głównych o średnicy 149 mm każdy oraz osiem czopów korbowych o średnicy 144 mm każdy.

Kąt obrotu wału [°]	Numer czopa głównego									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Wartość siły reakcji [N]									
0	731.6 2	988.50	871.12	1166.3 3	847.89	1093.0 1	852.04	1142.2 2	988.15	603.4 7
15	727.4 8	1005.4 3	823.76	1237.2 4	796.42	1123.7 0	799.74	1212.9 3	944.12	613.5 1
30	737.4 6	989.14	822.94	1253.2 3	795.30	1108.8 9	797.22	1231.6 2	933.95	614.5 9
45	758.8 8	943.98	868.88	1210.0 1	844.82	1052.5 4	845.15	1193.2 9	960.37	606.4 2
60	786.0 0	882.05	949.28	1119.1 6	931.72	969.75	930.69	1108.2 0	1016.3 0	591.1 9
75	811.5 7	819.94	1042.6 0	1005.0 3	1032.7 0	882.71	1030.9 1	999.16	1086.7 5	572.9 8
90	828.7 2	774.30	1123.8 2	898.19	1120.7 1	814.74	1118.9 7	895.38	1152.8 4	556.6 7
105	832.8 7	757.35	1171.1 8	827.29	1172.1 7	784.05	1171.2 6	824.67	1196.8 7	546.6 2
120	822.8 9	773.65	1172.0 0	811.30	1173.2 9	798.87	1173.7 8	805.98	1207.0 4	545.5 4
135	801.4 7	818.82	1126.0 5	854.53	1123.7 7	855.22	1125.8 5	844.31	1180.6 2	553.7 1
150	774.3 3	880.76	1045.6 5	945.37	1036.8 8	938.00	1040.3 1	929.40	1124.6 9	568.9 4
165	748.7 6	942.87	952.34	1059.5 0	935.90	1025.0 4	940.09	1038.4 4	1054.2 4	587.1 6
180	731.6 2	988.50	871.12	1166.3 3	847.89	1093.0 1	852.04	1142.2 2	988.15	603.4 7
195	727.4 8	1005.4 3	823.76	1237.2 4	796.42	1123.7 0	799.74	1212.9 3	944.12	613.5 1
210	737.4 6	989.14	822.94	1253.2 3	795.30	1108.8 9	797.22	1231.6 2	933.95	614.5 9

225	758.8 8	943.98	868.88	1210.0 1	844.82	1052.5 4	845.15	1193.2 9	960.37	606.4 2
240	786.0 0	882.05	949.28	1119.1 6	931.72	969.75	930.69	1108.2 0	1016.3 0	591.1 9
255	811.5 7	819.94	1042.6 0	1005.0 3	1032.7 0	882.71	1030.9 1	999.16	1086.7 5	572.9 8
270	828.7 2	774.30	1123.8 2	898.19	1120.7 1	814.74	1118.9 7	895.38	1152.8 4	556.6 7
285	832.8 7	757.35	1171.1 9	827.29	1172.1 7	784.05	1171.2 6	824.67	1196.8 7	546.6 2
300	822.8 9	773.65	1172.0 0	811.30	1173.2 9	798.87	1173.7 8	805.98	1207.0 4	545.5 4
315	801.4 7	818.82	1126.0 5	854.53	1123.7 7	855.22	1125.8 5	844.31	1180.6 2	553.7 1
330	774.3 3	880.76	1045.6 5	945.37	1036.8 8	938.00	1040.3 1	929.40	1124.6 9	568.9 4
345	748.7 6	942.86	952.34	1059.5 0	935.90	1025.0 4	940.09	1038.4 4	1054.2 4	587.1 6
360	731.6 2	988.50	871.12	1166.3 3	847.89	1093.0 1	852.04	1142.2 2	988.15	603.4 7

Zastrzeżenia patentowe

1. Samonastawna, toczna podpora pryzmowa wału (12) wyposażona w siłownik pneumatyczny (2) zamontowany na podstawie (1) i zasilany proporcjonalnym zaworem redukcyjnym (6) sterowanym prądowo lub zdalnie za pomocą pilota (10) do którego to zaworu redukcyjnego zasilanie dostarczane jest za pośrednictwem głównego zaworu zasilającego (9) oraz osadzony w górnej części siłownika czujnik siły (3), **znamienna tym**, że na siłowniku pneumatycznym (2) osadzona jest toczna, przegubowa, kulista, samonastawna głowica pryzmowa (5) z mechanizmem śrubowym (4), zaś zawór redukcyjny sterowany prądowo (6) zasilający siłownik pneumatyczny (2) połączony jest za pośrednictwem przekaźnika prądowego (7) z programowalnym sterownikiem cyfrowym (8) i współpracuje w układzie sprzężenia zwrotnego z czujnikiem siły (3) oraz układem nadzoru (11).
2. Sposób sterowania samonastawną, toczną podporą pryzmową wału zdefiniowaną w zastrzeżeniu 1 **znamienny tym**, że czujnik siły (3) dokonuje pomiaru aktualnej wartości siły reakcji na styku głowicy podpory z czopem głównym, sygnał siły przesyłany jest do programowalnego sterownika cyfrowego (8), gdzie następuje jego porównanie z zadaną wartością siły gwarantującą zerowe wartości ugięcia na czopie dla danego położenia kąтового wału, wyznaczoną wcześniej za pomocą programu obliczeń wytrzymałościowych, następnie analogowy sygnał sterujący za pośrednictwem przekaźnika prądowego (7) aktywuje siłownik pneumatyczny (2), zaś siłownik pneumatyczny (2) wytwarza skuteczny zmanipulowany sygnał tj. wymaganą siłę reakcji na styku głowicy podpory z czopem głównym wału (12), jednocześnie nadzór nad całością przebiegu zmienności siły reakcji realizowany jest w sposób ciągły za pośrednictwem układu nadzoru (11).
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że sterowanie zaworem redukcyjnym (6) może odbywać się za pośrednictwem pilota (10).

Rysunek

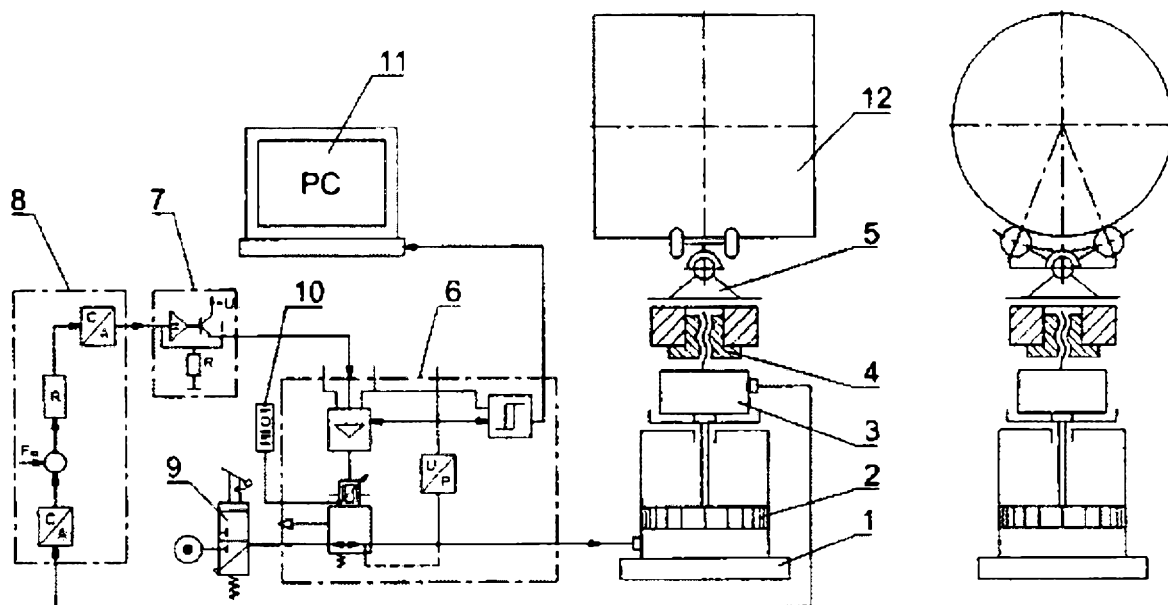


Fig. 1 – konstrukcja podpory