



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 22.11.77 (P. 202307)

Pierwszeństwo: 22.11.76 Szwecja

Zgłoszenie ogłoszono: 02.01.79

Opis patentowy opublikowano: 15.09.1983

Int. Cl.³ B25B 23/14

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku _____

Uprawniony z patentu: Atlas Copco AB, Sztokholm (Szwecja)

Sposób skręcania połączenia śrubowego i urządzenie do skręcania połączenia śrubowego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób skręcania połączenia śrubowego i urządzenie do skręcania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego.

Znane są sposoby skręcania połączeń śrubowych, w których połączenia są skręcane do uzyskania odpowiedniej wartości momentu skręcającego. Wartość ta jest wyznaczana eksperymentalnie i odpowiada wymaganemu naprężeniu w połączeniu śrubowym. W sposobach tych, ze względu na zmiany siły tarcia, uzyskiwane obciążenie osiowe wykazuje dużą zmienność.

Znany jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3 965 778 wielostopniowy układ skręcający do skręcania kolejno w ustalonym następstwie, nagwintowanych łączników aż do osiągnięcia żądanych warunków. Układ nie umożliwia osiągnięcia zadanego obciążenia osiowego, a więc zadanej wartości naprężeń w połączeniu śrubowym i ciągłej kontroli wartości obciążenia podczas skręcania.

Znany jest z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych Ameryki nr 3 973 434 układ do sprawdzenia jakości procesu skręcania. Układ ten umożliwia zarejestrowanie parametrów skręcania pod koniec skręcania, które porównuje się z żądanymi granicami minimum i maksimum i na podstawie tego porównania ocenia się czy połączenie właściwie zachowuje się w warunkach końcowych. Układ ten nie umożliwia jednoczesnego skręcania połączenia i pomiaru obciążenia osiowego w nim występującego, a więc płynnego dojścia do właściwego obciążenia w połączeniu.

Znany jest z opisu patentowego Francji nr 2 102 719 sposób skręcania połączenia śrubowego aż do osiągnięcia

2

granicy plastyczności materiałów elementów połączenia, przy czym zgodnie z tym sposobem nie jest możliwe osiągnięcie zadanej wartości obciążenia osiowego, gdyż sposób umożliwia jedynie poprzez badanie zmian w gradiencie moment/obrotów ujawnienie momentu, gdy połączenie osiąga granicę plastyczności.

Znany jest również z opisu patentowego Stanów Zjednoczonych nr 3 939 920 sposób polegający na skręcaniu połączenia do osiągnięcia granicy plastyczności, przy której notuje się wartość momentu skręcającego. W sposobie tym zakłada się, że rejestrowana wartość obciążenia osiowego związana jest z określoną wartością momentu skręcającego uzależnioną od rzeczywistej siły tarcia w połączeniu śrubowym.

Ze związku między wartością obciążenia i momentu skręcającego określa się wartość obciążenia na granicy plastyczności mierząc wartość momentu skręcającego. Taką zależność określa się dla danego połączenia śrubowego. Ażeby uzyskać wymagane obciążenie osiowe, połączenie skręcane jest do osiągnięcia granicy plastyczności co umożliwia określenie zależności między wartościami obciążenia i momentu skręcającego. Połączenie rozluźnia się wówczas i ponownie skręca stosując moment skręcający odpowiadający wymaganej wartości obciążenia osiowego.

Sposób ten wykazuje niedogodności spowodowane faktem, że przy wyznaczaniu wartości obciążenia dla granicy plastyczności, założono jednakową siłę tarcia w gwincie i poniżej łba śruby lub nakrętki. Takie przypadki są wyjątkowe, zwykle występują duże różnice w wartościach obciążenia osiowego. Siła tarcia w gwincie połączenia wy-

wołuje dodatkowe obciążenie, które wpływa na wartość obciążenia na granicy plastyczności. Siła tarcia działająca poniżej łba śruby lub nakrętki również przyczynia się do wzrostu wartości momentu skręcającego ale nie powoduje powstawania naprężeń w śrubie. Zmiany w sile tarcia powodują różnice w otrzymanych wartościach obciążenia osiowego.

Drugim źródłem błędów tego sposobu jest fakt, że połączenie musi być skręcane dwa razy. Przy powtórnych skręcaniu wielkość siły tarcia w połączeniu jest znacznie mniejsza niż przy skręcaniu pierwszym, co oznacza, że wyliczona wartość momentu skręcającego potrzebna do uzyskania wymaganego obciążenia osiowego jest przy pierwszym skręcaniu zawyżona, zaś wielkość siły tarcia przy drugim skręcaniu ulega znacznym wahaniom.

Przedstawiony sposób wymaga stosunkowo dużej ilości czasu i skomplikowanego systemu regulacyjnego.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu nie mającego wad znanych sposobów nie będącego czasochłonnym i pracochłonnym.

Celem wynalazku jest również opracowanie urządzenia do skręcania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego nie mającego wad znanych urządzeń, mającego prostą konstrukcję i łatwego w obsłudze.

Cel wynalazku osiągnięto przez opracowanie sposobu skręcania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego polegającego na tym, że oblicza się teoretyczne położenie katowe dla połączenia śrubowego przed skręcaniem, poprzez ekstrapolację zależności momentu od położenia katowego i przerywa się skręcanie po obrocie połączenia o określony kąt względem teoretycznego położenia katowego, przy czym obrót o ten kąt, zgodnie z zależnością*, odpowiada zadanej wartości obciążenia osiowego.

Zależność momentu skręcającego od wielkości kąta obrotu określa się dla dowolnie wybranej wartości momentu M_2 , dla której następnie liczy się gradient, przy czym wartość momentu skręcającego M_2 odpowiada położeniu katowemu φ_2 , które zawarte jest wewnątrz katowego interwału liczonego od teoretycznego położenia.

Różnicę pomiędzy położeniem katowym φ_2 i teoretycznym położeniem katowym określa się ilością impulsów, którą mały się przez gradient i otrzymuje się iloczyn równy wartości momentu skręcającego M_2 . Przed rozpoczęciem skręcania wartość kąta, odpowiadającą wartości obciążenia osiowego, wprowadza się do obwodu zapamiętującego, gdzie jest ona zapamiętywana jako określona liczba impulsów, od której, podczas skręcania, odejmuje się impulsy odpowiadające różnicy pomiędzy położeniem katowym φ_0 i φ_2 , przy czym liczba pozostałych impulsów odpowiada interwałowi katowemu, o jaki połączenie się skręca. Impulsy odpowiadające różnicy pomiędzy położeniem katowym φ_0 i φ_2 podaje się na oscylator, zaś od impulsów pozostałych w obwodzie zapamiętującym odejmuje się impulsy powstające przy obrocie czujnika wielkości obrotu, który podłącza się do połączenia śrubowego.

Cel wynalazku osiągnięto przez skonstruowanie urządzenia do skręcania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego w którym regulujący zespół zawiera multiplikator dla określania teoretycznego położenia katowego. Połączenia bez obciążenia, oraz licznik

* że stała charakteryzująca to połączenie stanowiąca stosunek wartości obciążenia osiowego do wielkości kąta obrotu.

i element, dla wyłączania wkreśta, gdy połączenie zostaje obrócone z teoretycznego położenia katowego połączenia bez obciążenia o interwał katowy do położenia odpowiadającego zadanej wartości obciążenia osiowego.

Multiplikator zawiera oscylator dla wytwarzania impulsów o takiej samej charakterystyce jak impulsy dostarczane przez czujnik do rejestracji wielkości kąta obrotu, licznik, multiplikator obliczający w sposób ciągły iloczyn liczby impulsów i gradient, dla zależności momentu od położenia katowego oraz komparator do porównywania tego iloczynu z wartością M_2 momentu skręcającego odpowiadającą położeniu katowemu φ_2 , przy czym położenie katowe φ_2 zawarte jest w interwale katowym, liczonym od teoretycznego położenia.

Przedmiot wynalazku został uwidoczniiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia wykres zależności wartości obciążenia osiowego od wielkości kąta obrotu w połączeniu śrubowym, fig. 2 — wykres zależności wartości momentu skręcającego od wielkości kąta obrotu w połączeniu śrubowym, a fig. 3 — wkreśta mechaniczny z zespołem regulującym, schematycznie.

W sposobie skręcania połączenia śrubowego wykorzystuje się fakt, że stała k charakteryzująca to połączenie zmienia się w niewielkich granicach, zwłaszcza w połączeniach, w których części składowe są wytwarzane i obrabiane bardzo starannie. Takie połączenie stosuje się w pokrywach wału korbowego i głowicy cylindra w silniku spalinywym. Siła tarcia w takich połączeniach ulega znacznym wahaniom, w związku z tym celem wynalazku jest uzyskanie zadanego obciążenia osiowego w połączeniu śrubowym tak, aby wyeliminować wpływ siły tarcia. W tym celu zamiast momentu skręcającego jako miernika obciążenia osiowego wprowadzono kąt obrotu.

Proces skręcania prowadzi się przy założeniu, że stała k stanowiąca stosunek wartości F obciążenia osiowego do wielkości kąta obrotu φ , jest znana. Stałą k wyznacza się eksperymentalnie mierząc wartość F obciążenia osiowego i kąt obrotu φ w kilku połączeniach. Uzyskana zależność wykreślona jest na fig. 1, gdzie F oznacza wartość obciążenia osiowego φ wielkość kąta obrotu, a $\Delta\varphi$ wielkość kąta obrotu odpowiadającą wartości F_p obciążenia osiowego.

Na fig. 2 pokazana jest zależność ilustrująca proces skręcania do osiągnięcia granicy plastyczności. W procesie skręcania wyróżnia się trzy fazy: pierwsza obejmuje odcinek od 0 do punktu A, druga od punktu A do punktu B, a trzecia powyżej punktu B. W fazie pierwszej wzrost wartości momentu skręcającego jest bardzo nierównomierny. Od punktu A proces skręcania trwa nadal a cały odcinek krzywej pomiędzy punktami A i B ma charakter liniowy. Odcinek ten odpowiada fazie, w której połączenie śrubowe poddawane jest odkształceniom sprężystym. Od punktu B moment skręcający rośnie wolniej co spowodowane jest trwałym odkształceniem połączenia.

Liniowa część wykresu z fig. 2 odpowiada sprężystym odkształceniom połączenia spowodowanym rosnącym obciążeniem osiowym. Gradient krzywej odpowiada sztywności tego połączenia.

Zależność pomiędzy wartością M momentu skręcającego i wielkością kąta obrotu φ określa się w obrębie liniowego odcinka odpowiadającego odkształceniom sprężystym, a więc w interwale zawartym pomiędzy punktami A i B na wykresie z fig. 2. Wyznaczenie tej zależności polega na obliczeniu gradientu $\frac{dM}{d\varphi}$ w dowolnie wybranym punkcie M_2 , φ_2 .

Ekstrapolując liniową część zależności $M(\varphi)$ określa się

położenie katowe φ_0 odpowiadające teoretycznemu stanowi, w którym połączenie nie jest poddawane żadnym naprężeniom. Aby uzyskać wymaganą wartość F_p obciążenia osiowego połączenie musi być obrócone o dodatkowy kąt $\Delta\varphi$, tak więc sumaryczny kąt obrotu jest równy $\varphi_2 = \varphi_0 + \Delta\varphi$.

Urządzenie do skręcania połączeń śrubowych (fig. 3) zawiera zasilany pneumatycznie mechaniczny wkrećak 10 i połączony z nim regulujący zespół 11. Wkrećak 10 jest połączony z czujnikiem 12 momentu skręcającego i czujnikiem 13 kąta obrotu. Regulujący zespół 11 łączy z wkrećakiem 10 wejścia A i B. Zespół 11 połączony jest również z wlotowym zaworem 14 mechanicznego wkrećaka 10.

Przy skręcaniu połączenia śrubowego sygnały z czujnika 12 momentu skręcającego i czujnika 13 kąta obrotu podawane są na różniczkujące urządzenie 15 poprzez wzmacniacz 16 i standaryzator 17 sygnału. W urządzeniu 15 oblicza się gradient $\frac{dM}{d\varphi}$ którego wartość podawana jest do multiplikatora 18. Gdy moment skręcający osiąga wartość M_2 , urządzenie różniczkujące 15 podaje sygnał do zapamiętującego obwodu 19. Wartość M_2 dobierana jest w sposób dowolny.

Wkrećak 10 ma wyzwalający przełącznik 20, umożliwiający rozpoczęcie operacji skręcania, przez włączenie wlotowego 14, ustawienie licznika 21 na zero i ustawienie drugiego licznika 22 na żadaną liczbę impulsów, przy czym liczba dostarczanych impulsów, które stanowią miernik kąta $\Delta\varphi$, jest określana przez ręcznie regulowany element 28.

Licznik 21 zlicza impulsy z oscylatora 23 i przesyła je do multiplikatora 18. Liczba odebranych i zliczonych impulsów odpowiada określonej wielkości kąta obrotu, która mnożona jest w multiplikatorze 18 przez gradient $\frac{dM}{d\varphi}$, ażeby otrzymać wielkość $n \cdot \frac{dM}{d\varphi}$. Ta szybko rosnąca wielkość porównywana jest z wartością M_2 momentu skręcającego w komparatorze 24. Jeżeli te dwie wartości są sobie równe na wyjściu komparatora 24 pojawia się sygnał. Otrzymana ilość impulsów odpowiada kątowi obrotu $\varphi_2 - \varphi_0$.

Różniczkujące urządzenie 15 podaje sygnał wyjściowy do bramki „I” 25 gdy moment skręcający w połączeniu śrubowym osiąga wartość M_2 . Bramka 25, która ma wejście zanegowane, połączona jest z komparatorem 24 i przepuszcza sygnał do bramki „I” 26 gdy moment skręcający w połączeniu osiąga wartość M_2 . Bramka 26 połączona jest z oscylatorem 23. Przy odbieraniu sygnału z bramki 25 impulsy przepuszczane są przez bramkę 26 do licznika 21.

Po przepuszczeniu wystarczająco dużej ilości impulsów i ich pomnożeniu przez gradient $\frac{dM}{d\varphi}$ w komparatorze 24 uzyskuje się stan równowagi co powoduje, że na wyjściu komparatora 24 pojawia się sygnał, który blokuje bramkę 25 i zapobiega przedostawianiu się dalszych impulsów do bramki 26. Ilość impulsów, które zostały przepuszczone przez bramkę 26 i zostały zarejestrowane przez licznik 21 odpowiada wielkości obrotu $\varphi_2 - \varphi_0$.

Wymagana wartość F_p obciążenia osiowego w połączeniu śrubowym jest przetransformowana na kąt obrotu $\Delta\varphi$ przy pomocy stałej k charakteryzującej to połączenie. Liczba impulsów odpowiadająca wielkości tego kąta podawana jest poprzez ręcznie regulowany element 28 do licznika 22, połączanego poprzez bramkę „LUB” 29 z licznikiem 21 i oscylatorem 23, przy czym otrzymuje

on tę samą liczbę impulsów co licznik 21, w którym liczba impulsów odpowiada wielkości $\varphi_2 - \varphi_0$. Licznik 22 odejmuje tę liczbę impulsów od liczby impulsów dostarczanych przez element 28. Otrzymana różnica odpowiada wielkości $\Delta\varphi - \varphi_2$.

Gdy moment skręcający osiąga wartość M_2 , bramka „LUB” 26 jest zamknięta, a bramka „LUB” 30 jest otwarta i łączy licznik 22 i czujnik 13 zainstalowany na wkrećaku 10. Przy skręcaniu ciągłym licznik 22 zlicza ilość impulsów odpowiadającą różnicy $\Delta\varphi - \varphi_2$. Przy stanie licznika 22 równym o połączeniu znajduje się w położeniu katowym φ_2 . Na wyjściu licznika 22 pojawia się wówczas sygnał uruchamiający wlotowy zawór 14 wkrećaka 10 co powoduje przerwanie procesu skręcania.

Kolejną operację skręcania można natychmiast rozpocząć naciskając przełącznik 20. Licznik 21 jest ponownie ustawiany na 0, a licznik 22 nastawia się na wartość odpowiadającą interwałowi katowemu $\Delta\varphi$.

Opisany wyżej przykład jest jedną z postaci wykonania wynalazku. Inne modyfikacje są również możliwe bez wykraczania poza ramy wynalazku. Istnieje przykładowo możliwość obliczenia gradientu $\frac{dM}{d\varphi}$ połączenia wieloma różnymi sposobami albo wybrania odpowiedniej wartości M_2 do obliczenia teoretycznego położenia kąta φ_0 , przy którym naprężenie w połączeniu nie występuje.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób skręcania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego przez przyłożenie momentu skręcającego, gdy wielkość stosunku wartości obciążenia osiowego do wartości kąta obrotu jest znana, w którym przykładem się moment skręcający do połączenia, wykrywa się i rejestruje chwilowe wartości momentu i położenia katowych podawanych do połączenia i określa się zależność momentu od położenia katowego podczas linearnego, sprężystego odkształcania połączenia podczas skręcania, znamienny tym, że oblicza się teoretyczne położenie katowe (φ_0), dla połączenia śrubowego przed skręcaniem, poprzez ekstrapolację zależności (M/φ) i przerywa się skręcanie połączenia śrubowego po obrocie połączenia o kąt ($\Delta\varphi$) względem teoretycznego położenia katowego (φ_0), przy czym obrót o kąt ($\Delta\varphi$), zgodnie z zależnością $\left(k = \frac{F}{\varphi}\right)$, odpowiada zadanej wartości (F_p) obciążenia osiowego.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że zależność momentu skręcającego (M) od wielkości kąta obrotu (φ) określa się dla dowolnie wybranej wartości momentu (M_2), dla której następnie liczy się gradient $\left(\frac{dM}{d\varphi}\right)$, przy czym wartość momentu skręcającego (M_2) odpowiada położeniu katowemu (φ_2), które zawarte jest wewnątrz katowego interwału ($\Delta\varphi$) liczonego od teoretycznego położenia (φ_0).

3. Sposób według zastrz. 2, znamienny tym, że różnicę pomiędzy położeniem katowym (φ_2) i teoretycznym położeniem katowym (φ_0) określa się ilością impulsów, którą mnoży się przez gradient $\left(\frac{dM}{d\varphi}\right)$ i otrzymuje się iloczyn równy wartości momentu skręcającego (M_2).

4. Sposób według zastrz. 3, znamienny tym, że przed rozpoczęciem skręcania wartość kąta ($\Delta\varphi$) odpowiadającą wartości (F_p) obciążenia osiowego, wprowadza się do obwodu zapamiętującego, gdzie jest ona zapamiętywana

7

jako określona liczba impulsów, o której podczas skrećania, odejmuje się impulsy odpowiadające różnicy pomiędzy położeniem kątowym (φ_0) i (φ_2), przy czym liczba pozostałych impulsów odpowiada interwałowi kątowemu ($\Delta\varphi$) — (φ_2), o jaki połączenie się skręca.

5. Sposób według zastrz. 4, znamienny tym, że impulsy odpowiadające różnicy między położeniem kątowym (φ_0) i (φ_2) podaje się na oscylator, zaś od impulsów pozostałych w obwodzie zapamiętującym odejmuje się impulsy powstające przy obrocie czujnika wielkości obrotu, który podłącza się do połączenia śrubowego.

6. Urządzenie do skrećania połączenia śrubowego do uzyskania zadanego obciążenia osiowego, gdy wielkość stosunku wartości obciążenia osiowego do wartości kąta obrotu jest znana, zawierające wkrećak, czujnik do rejestracji wartości momentu skręcającego i czujnik do rejestracji wielkości kąta obrotu, regulujący zespół połączony z czujnikami, odbierający sygnały z tych czujników przy skręceniu i obrocie połączenia, przy czym regulujący zespół ma różniczkujące urządzenie i obwód zapamiętujący do okreś-

8

lania rzeczywistej zależności (M/φ), znamienny tym, że regulujący zespół (11) zawiera multiplikator (18) dla określania teoretycznego położenia kąowego (φ_0) połączenia bez obciążenia, oraz licznik (22) i element (28) dla wyłączania wkrećaka (10), gdy połączenie zostaje obrócone z teoretycznego położenia kąowego (φ_0) połączenia bez obciążenia o interwał kątowy ($\Delta\varphi$) do położenia odpowiadającego zadanej wartości (F_p) obciążenia osiowego.

7. Urządzenie według zastrz. 6, znamienny tym, że multiplikator (18) zawiera oscylator (23), dla wytwarzania impulsów o takiej samej charakterystyce jak impulsy dostarczane przez czujnik (13), licznik (21), multiplikator (18) obliczający w sposób ciągły iloczyn liczby impulsów i gradient ($\frac{dM}{d\varphi}$), dla zależności (M/φ), oraz komparator (24) do porównywania tego iloczynu z wartością (M_2) momentu skręcającego odpowiadającą położeniu kątowemu (φ_2), przy czym położenie kątowe (φ_2) zawarte jest w interwale kątowym ($\Delta\varphi$), licznym od teoretycznego położenia (φ_0).

