

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **234360**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **425205**

(22) Data zgłoszenia: **12.04.2018**

(51) Int.Cl.

B24B 39/00 (2006.01)

B21D 31/06 (2006.01)

B24C 1/10 (2006.01)

(54)

Agregat do dynamicznego nagniatania elementów maszyn

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

21.10.2019 BUP 22/19

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

28.02.2020 WUP 02/20

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

ANDRZEJ KORCZAK, Gliwice, PL

JAROSŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL

STANISŁAW MIKUŁA, Gliwice, PL

GRZEGORZ PECZKIS, Kędzierzyn-Koźle, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Borkowy

PL 234360 B1

Opis wynalazku

Agregat do dynamicznego nagniatania elementów maszyn przeznaczony do umacniania wierzchniej warstwy elementów maszyn, mający zastosowanie w technologii budowy maszyn i pojazdów o różnych przeznaczeniach. Agregat jest wyjątkowy w procesie regeneracji maszyn i urządzeń w celu przywrócenia podatności użytkowej po określonym czasie eksploatacji elementom maszyn o dużym stopniu wyczerpania.

Agregat jest szczególnie predystynowany do zgniotowej obróbki elementów wykonanych ze stali o wysokiej wytrzymałości i twardości, gdy wymagana jest od nich duża odporność na obciążenia zmęczeniowe. W tych przypadkach konieczna jest obróbka o dużej intensywności wywołująca duże naprężenia własne ściskające i zalegające na możliwie dużej głębokości warstwy umacniającej.

Dotychczas znane są rozwiązania konstrukcyjne urządzeń do nagniatania opisane w pracy: Przybylski W. „Technologia obróbki nagniataniem”, WNT, W-wa 1987, w której przedstawiono urządzenia mające ograniczone możliwości wykorzystania dla elementów stalowych o dużej twardości i wytrzymałości zwłaszcza nawęglanych, węglo-azotowanych i hartowanych powierzchniowo.

Ponadto w pracy: Parol A. „Badania wpływu obróbki umacniającej i gładkościowej na własności warstwy wierzchniej”, Prace Naukowe Politechniki Lubelskiej nr 173, seria Mechanika z. 41. na str. 42 przedstawiono krążkową głowicę, która nie ma możliwości regulacji energii uderzeń, natomiast pokazana na str. 43 głowica kulkowa cechuje się ograniczonym zakresem zastosowań i zbyt małą gęstością energetyczną nagniatania.

Niedogodnością powyższych rozwiązań jest brak efektywnego chłodzenia strefy nagniatanej za pomocą przedstawionych głowic.

Z polskich opisów patentowych PL 139508 i PL 150864 znane są urządzenia do nagniatania dynamicznego powierzchni zewnętrznych przedmiotów walcowych oraz do umacniania metodą pneumatycznego kulowania przedmiotów metalowych, w których stalowe kulki wyrzucane są strumieniem sprężonego powietrza. Urządzenia oparte na sprężonym powietrzu mają fizyczne ograniczenia co do maksymalnej prędkości strumienia wyrzucanych kulek, nie umożliwiają więc uzyskania dużych energii uderzeń i uzyskania dostatecznie dużych nacisków stykowych powodujących zgniot powierzchniowy na większych głębokościach.

Celem wynalazku jest opracowanie konstrukcji agregatu umożliwiającego uzyskanie dużych energii umocnienia.

Cel ten osiągnięto połączenie dynamicznego działania elementów umieszczonych w wirnikach bijakowych o dużej energii kinetycznej z efektywnym odbiorem ciepła generowanego w procesie obróbki.

Agregat do dynamicznego nagniatania elementów maszyn charakteryzuje się tym, że wyposażony jest w wał napędzany silnikiem kołnierзовym, korzystnie o regulowanej prędkości obrotowej za pomocą sprzęgła, na którym osadzona jest tarcza, na obwodzie której łożyskowane są co najmniej dwa wirniki bijakowe, przy czym tarcza, ma na ścianie zamocowany współosiowo wirnik wentylatora, który współpracuje z kierownicą spiralną połączoną z obudową za pomocą łącznika.

Korzystnie wirniki bijakowe dzielone są w płaszczyźnie wirowania na dwie części, pomiędzy którymi umieszczone są luźno elementy nagniatające w postaci kulek, osadzone na sprężystym elemencie.

Korzystnie kulki lub inne elementy nagniatające są wykonane ze stali łożyskowej lub węglików spiekanych.

Korzystnie kierownica spiralna uszczelniona jest względem tarczy labiryntem.

Korzystnie kierownica spiralna ma wylot w formie dyszy skierowanej na powierzchnię nagniataną.

Korzystnie części posiadają łopatki promieniowe lub krzywoliniowe do chłodzenia wirników bijakowych.

Agregat nagniatający według wynalazku eliminuje niedogodności znanych dotychczas rozwiązań, gdyż agreguje funkcję intensywnego nagniatania z jednoczesnym bezpośrednim efektywnym chłodzeniem strefy nagniatanej i elementów nagniatających w jednym urządzeniu.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest możliwość intensywnego nagniatania elementów maszynowych z jednoczesnym efektywnym chłodzeniem strefy nagniatanej i elementów nagniatających. Skuteczne chłodzenie jest niezbędne z uwagi na to, że praca odkształcania plastycznego warstwy nagniatanej zamienia się na ciepło powodując lokalnie duży wzrost temperatury, co powoduje niekorzystne skutki w postaci rekryształizacji struktury poddanej zgniotowi i relaksacji naprężeń własnych.

Przedmiot wynalazku przedstawiono w przykładzie wykonania na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia przekrój wzdłużny przez tarczę nagniatającą i układ chłodzenia, Fig. 2 przedstawia szczegół uszczelnienia labiryntowego, Fig. 3 przedstawia przekrój wirnika bijakowego, natomiast Fig. 4 przedstawia widok boczny wirnika bijakowego realizującego proces dynamicznego nagniatania.

Agregat według wynalazku może być zastosowany do umacniania przeciwwzmożeniowego sworzni tłokowych silników spalinowych, zwłaszcza wysokoprężnych, wałów maszynowych, wałów krętnych, trzonek obrotowych, noży kombajnów górniczych oraz elementów głowic urządzeń do przewierć w gruncie w szczególności pod drogami. Przykładową budowę agregatu ilustruje rysunek, gdzie jako elementy nagniatające zastosowano kulki ujęte w wirniki bijakowe i podparte elastycznie na pierścieniach polimerowych.

Agregat według wynalazku zbudowany jest z tarczy 1, która na obwodzie posiada łożyskowane wirniki bijakowe 2 realizujące proces nagniatania dynamicznego obrabianej powierzchni elementu maszynowego 11. Tarcza 1 posiada na ścianie mocowany współosiowo wirnik wentylatora 4 współpracujący z kierownicą spiralną 5. Kierownica spiralna 5, uszczelniona jest względem tarczy 1 uszczelnieniem labiryntowym 9 i posiada wylot w formie dyszy 10 skierowanej w strefę nagniatania, co zapewnia intensywne jej chłodzenie. Tarcza 1 osadzona jest na wale 3, napędzanym poprzez sprzęgło 13 silnikiem kołnierzowym 12, korzystnie o regulowanej prędkości obrotowej. Wał 3 łożyskowany jest w łożyskach 14 i 15 osadzonych w obudowie 8 agregatu. Obudowa 8 wraz z całym agregatem może być przemieszczana względem prowadnicy 16. Wirniki bijakowe 2 rozmieszczone równomiernie po obwodzie tarczy 1 są dzielone w płaszczyźnie wirowania na dwie części 18 i 18a, łączone przykładowo śrubą 19 (fig. 3). Między częściami 18 i 18a wirników bijakowych 2 umieszczone są luźno elementy nagniatające, korzystnie w postaci kulek 17 wykonanych ze stali łożyskowej lub węglików spiekanych. Kulki 17 opierają się na elemencie sprężystym 20, korzystnie wykonanym jako pierścień z silikonu. Po połączeniu obu części wirników bijakowych 2 są one łożyskowane obrotowo w tarczy 1. Wskutek wirowania tarczy 1 kulki 17 uderzają cyklicznie w umacnianą powierzchnię wywołując elementarne odciski plastyczne, kształtujące zgniot powierzchniowy warstwy wierzchniej nagniatanego elementu 11. Siła odbicia kulek powoduje ich częściowe cofnięcie się w głąb wirników, natomiast element sprężysty 20 przywraca kulki 17 do pozycji wyjściowej.

Ciepło, na które zamienia się praca odkształcenia plastycznego odbierane jest przez strumień powietrza wypływającego z dyszy 10. Wskutek adiabatycznego rozprężania się powietrza przy jego wypływie następuje spadek temperatury, co dodatkowo intensyfikuje chłodzenie strefy obróbki.

Łopatki 21 promieniowe lub krzywoliniowe służą do zwiększenia efektywności chłodzenia wirników bijakowych 2 pełniąc rolę żeber chłodzących, mogą również posłużyć nadawaniu wirnikom bijakowym 2 dodatkowego ruchu obrotowego.

Parametry nagniatania przy użyciu agregatu według wynalazku regulowane są przez zmianę prędkości obrotowej tarczy 1, dobór średnicy i materiału kulek 17 nagniatających, wielkości dosunięcia agregatu do powierzchni umacnianej, zmianę posuwu agregatu w stosunku do prowadnicy oraz krotności przejść obróbczych. W przypadku obróbki elementów obrotowych możliwa jest współpraca współbieżna lub przeciwbieżna tarczy 1 i elementu umacnianego.

Dzięki możliwości uzyskania dużej gęstości energii uderzeń elementów nagniatających i szczególnie skutecznemu chłodzeniu w strefie obróbki agregat umożliwia uzyskanie efektów bardzo znacznego polepszenia własności zmęczeniowych elementów.

Dodatkowym korzystnym efektem obróbki jest wzrost twardości powierzchniowej materiału obrabianych elementów maszynowych, co łącznie służy wydatnemu polepszeniu ich trwałości i niezawodności. Agregat może być stosowany do obróbki przedmiotów obrotowych oraz elementów o innym ukształtowaniu powierzchni w zależności od zastosowanego profilu prowadnicy, lub/i ruchu posuwowego elementów obrabianych.

Agregat według wynalazku przeznaczony jest do efektywnego umacniania zgniotem powierzchniowym elementów wykonanych z materiałów o dużej wytrzymałości i twardości, gdy od elementów wymagana jest szczególnie wysoka odporność na obciążenia zmęczeniowe. W jednym urządzeniu agregat według wynalazku wykonuje obróbkę zgniotową o dużej intensywności w połączeniu ze szczególnie intensywnym chłodzeniem strefy nagniatanej, eliminując w ten sposób niekorzystne zjawiska rekrytalizacji struktury materiałów poddanych zgniotowi oraz relaksacji naprężeń własnych ściskających. Wirująca tarcza 1, na obwodzie której łożyskowane są wirniki bijakowe 2 realizuje dynamiczne nagniatanie powierzchni elementu umacnianego 11. Tarcza 1 ma na ścianie mocowany współosiowo wirnik 4 wentylatora, z którego powietrze sprężane przez kierownicę spiralną 5 wypływa dyszą 10 bezpośrednio

w strefę nagniatania zapewniając skuteczne chłodzenie. Adiabatyczne rozprężanie powietrza po wylocie z dyszy 10 powoduje spadek jego temperatury, co dodatkowo intensyfikuje proces chłodzenia. Wirniki bijakowe 2, które są dzielone w płaszczyźnie wirowania ujmują luźno osadzone elementy nagniatające, korzystnie w postaci kulek 17, ze stali łożyskowej lub węglików spiekanych. Możliwe jest stosowanie na elementy nagniatające wielościanów foremnych o zaokrąglonych narożach i krawędziach. Umożliwia to wzrost stopnia zgniotu ze względu na mniejszą powierzchnię działania elementów nagniatających na obrabianą powierzchnię. Agregat umożliwia bardzo szeroki zakres regulacji parametrów dynamicznego nagniatania, umożliwia umacnianie zgniotem elementów obrotowych oraz elementów o innym kształcie powierzchni. Pozwala na uzyskiwanie szczególnie wysokiej efektywności umacniania elementów maszyn narażonych na niszczenie zmęczeniowe.

Wykaz oznaczeń:

- 1 – tarcza
- 2 – wirniki bijakowe
- 3 – wał
- 4 – wirnik wentylatora
- 5 – kierownica spiralna
- 6 – łącznik
- 7 – wlot do wirnika
- 8 – obudowa
- 9 – labirynt
- 10 – dysza
- 11 – powierzchnia nagniatana
- 12 – silnik kołnierzowy
- 13 – sprzęgło
- 14 – łożysko
- 15 – łożysko
- 16 – prowadnica
- 17 – kulki
- 18 – wirnik bijakowy zewnętrzny
- 18a – wirnik bijakowy wewnętrzny
- 19 – śruba
- 20 – sprężysty element
- 21 – łopatki

Zastrzeżenia patentowe

1. Agregat do dynamicznego nagniatania elementów maszyn **znamienny tym**, że wyposażony jest w wał (3) napędzany silnikiem kołnierzowym (12), korzystnie o regulowanej prędkości obrotowej za pomocą sprzęgła (13), na którym osadzona jest tarcza (1), na obwodzie której łożyskowane są co najmniej dwa wirniki bijakowe (2) przy czym tarcza (1) ma na ścianie zamocowany współosiowo wirnik wentylatora (4), który współpracuje z kierownicą spiralną (5) połączoną z obudową (8) za pomocą łącznika (6).
2. Agregat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wirniki bijakowe (2) dzielone są w płaszczyźnie wirowania na dwie części (18) i (18a), pomiędzy którymi umieszczone są luźno elementy nagniatające w postaci kulek (17), osadzone na sprężystym elemencie (20).
3. Agregat według zastrz. 2, **znamienny tym**, że kulki lub inne elementy nagniatające (17) są wykonane ze stali łożyskowej lub węglików spiekanych.
4. Agregat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kierownica spiralna (5) uszczelniona jest względem tarczy (1) labiryntem (9).
5. Agregat według zastrz. 1, **znamienny tym**, że kierownica spiralna (5) ma wylot w formie dyszy (10) skierowanej na powierzchnię nagniataną (11).
6. Agregat według zastrz. 2, **znamienny tym**, że części (18) i (18a) posiadają łopatki (21) promieniowe lub krzywoliniowe do chłodzenia wirników bijakowych (2).

Rysunki

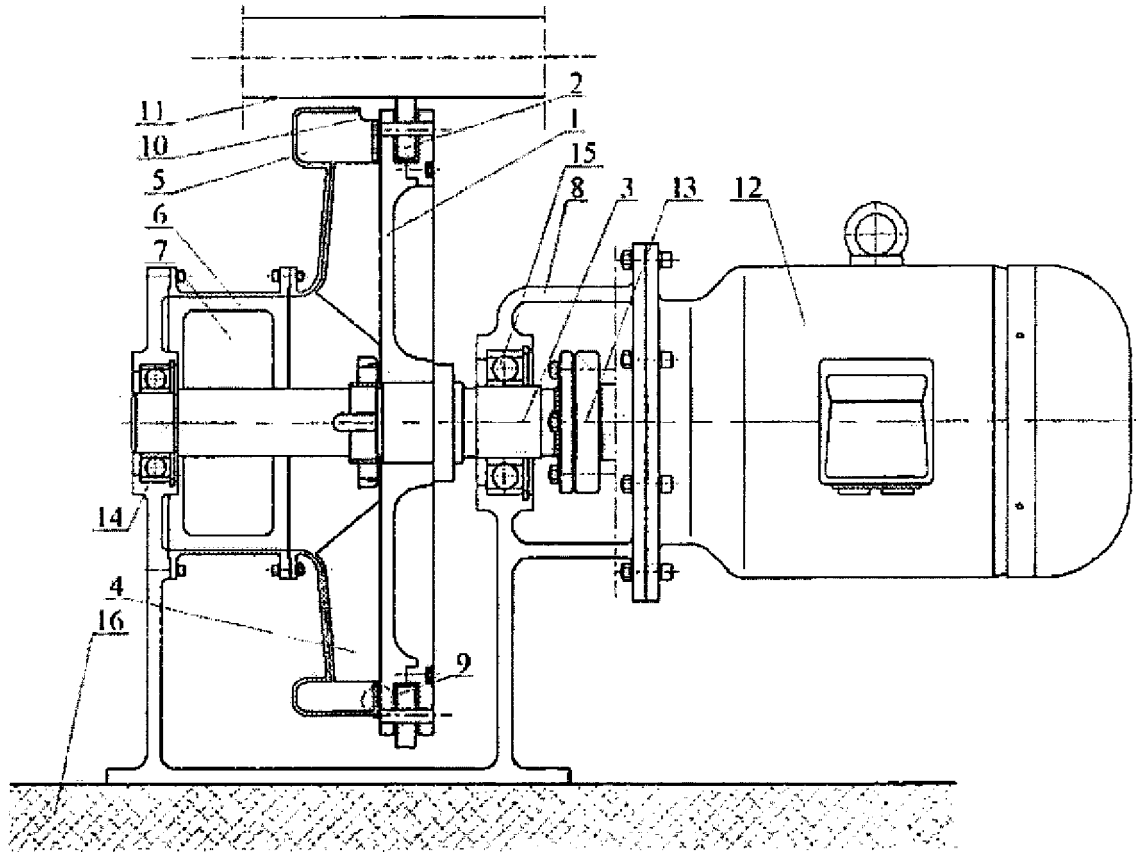


Fig.1

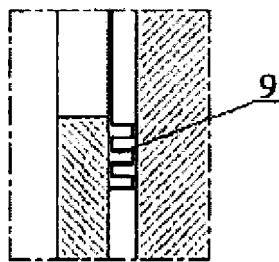


Fig.2

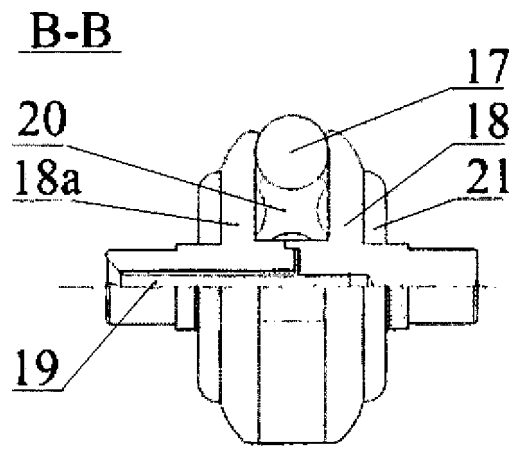


Fig.3

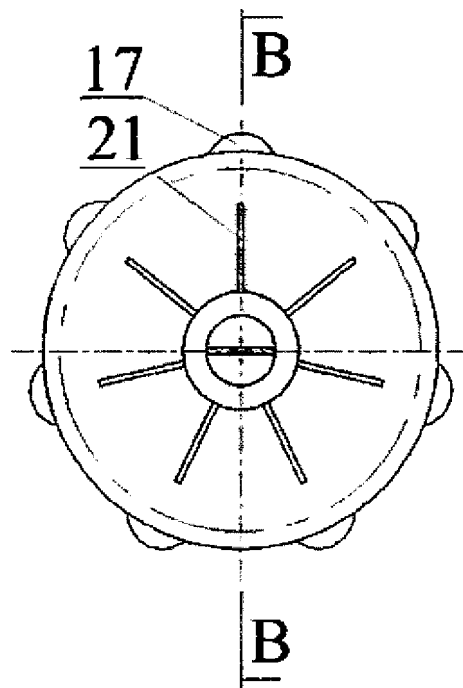


Fig.4