RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **238997**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **427843**

(51) Int.Cl.
B24B 21/02 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **21.11.2018**

(54) **Sposób mikrowygładzania ściernego powierzchni, zwłaszcza zewnętrznych powierzchni walcowych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
01.06.2020 BUP 12/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
25.10.2021 WUP 30/21

(73) Uprawniony z patentu:
POLITECHNIKA KOSZALIŃSKA, Koszalin, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
WOJCIECH KACALAK, Koszalin, PL
KATARZYNA TANDECKA, Koszalin, PL
ZBIGNIEW BUDNIAK, Koszalin, PL

PL 238997 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób mikrowygładzania ściernego powierzchni, zwłaszcza zewnętrznych powierzchni walcowych. Sposób znajduje zastosowanie w obróbce elementów w przemyśle papierniczym, w wytwarzaniu maszyn do produkcji folii metalowych i folii z tworzyw sztucznych oraz coraz powszechniej w przemyśle motoryzacyjnym i elektromaszynowym.

Mikrowygładzanie z zastosowaniem folii ściernych jest rodzajem obróbki wykończeniowej i ma kluczowe znaczenie dla jakości powierzchni. W procesie mikrowygładzania ściernego usuwa się niewielkie naddatki obróbkowe. Folię ścierną używa się jednokrotnie i przewija powoli przez strefę obróbki, po czym wyprowadza się folię ścierną wraz z produktami obróbki pozostałymi w strefach pomiędzy ziarnami.

Proces mikrowygładzania ściernego realizowany jest z zastosowaniem odpowiednich maszyn do obróbki wykończeniowej powierzchni, takich jak obrabiarki wyposażone w odpowiednie głowice do mikrowygładzania. Istnieje wielu producentów głowic do mikrowygładzania montowanych na konwencjonalnych obrabiarkach. Znane są głowice do mikrowygładzania foliami ściernymi z zastosowaniem układu dogładzania oscylacyjnego lub bez tego układu. Budowane są one dla szerokości folii od 10 mm do ponad 200 mm. Jako narzędzie wykorzystywane są folie ścierne, w których ziarna ścierne nakładane są metodą elektrostatyczną lub grawitacyjną na poliestrowy nośnik. Głowice obróbkowe montowane są na suportach poprzecznych tokarek uniwersalnych lub innych obrabiarek. Budowane są również wyspecjalizowane obrabiarki do dogładzania oscylacyjnego foliami ściernymi, wyposażone w stosowne głowice.

Z opisu patentowego PL 181922 znana jest małogabarytowa głowica do mikrowygładzania foliami ściernymi mająca obrotową piastę, której część wystająca z korpusu stanowi rolkę nawijającą folię, przy czym wewnątrz piasty znajduje się podatne sprzęgło przeciążeniowe, złożone z podatnej tulejki.

Z opisu patentowego PL 217267 znana jest głowica wyposażona w układ przesuwu folii ściernej w postaci dwóch rolek o równoległych, poziomych osiach, z których jedna jest rolką nawijającą napędzaną mechanicznie, a druga rolką odwijającą, oraz w rolkę dociskową umocowaną obrotowo na końcówce sprężyn płaskich, a także w układ pneumatycznego dosuwu głowicy do przedmiotu obrabianego dla dociskania taśmy ściernej do powierzchni obrabianej.

Z opisu patentowego PL 217377 znany jest również przyrząd do mikrowygładzania foliami ściernymi wałków umieszczonych na wrzecionie tokarki o pionowej osi, której ruchy robocze – obrotowy przedmiotu obrabianego i posuwy narzędzia, odbywają się w komorze próżniowej i są do niej wprowadzone przez obrotowe przepusty próżniowe, a napędy obu ruchów roboczych znajdują się poza komorą próżniową. Ponadto po wyposażeniu obrabiarki w układ wymrażania przedmiotu obrabianego parami azotu można prowadzić mikrowygładzanie w próżni i niskich temperaturach.

W zgłoszeniu patentowym P.425253 opisano sposób wytwarzania nanowarstw węglowych na powierzchniach podczas mikrowygładzania foliami ściernymi. Według zgłoszenia grafit podawany jest do strefy obróbki mikrowygładzania na powierzchni folii ściernej.

Znane dotychczas sposoby mikrowygładzania wykorzystują głowice posiadające rolkę dociskową oraz dwie rolki o równoległych, poziomych osiach, z których rolka nawijająca jest napędzana mechanicznie. Wzajemne położenie tych osi jest ustalone. Szpula nowej, czystej folii nałożona jest na rolkę odwijającą, umożliwiającą odwijanie się taśmy z dobranym napięciem. Początek folii ze szpuli przełożony jest przez rolkę dociskową i przymocowany do powierzchni rolki nawijającej, na którą nawija się folia po wykonaniu obróbki.

W konwencjonalnych sposobach mikrowygładzania ściernego powierzchni podaje się folię ścierną z rolki rozwijającej, dociska się folię ścierną do przedmiotu obrabianego za pomocą rolki dociskowej, oraz odbiera się i nawija zużytą folię ścierną na rolce magazynującej.

Jednakże, w dotychczas stosowanych sposobach mikrowygładzania foliami ściernymi wpływ atmosfery otoczenia na zjawiska fizykochemiczne w strefie kontaktu folii ściernej z przedmiotem obrabianym powoduje niekorzystne utlenianie warstwy wierzchniej obrabianych przedmiotów, które prowadzi do korozji, a także niekorzystne oddziaływanie tlenu na aktywne fragmenty ziaren ściernych, co powoduje przyspieszone ich zużycie. Niekorzystny wpływ atmosfery otoczenia przekłada się na gorszą jakość powierzchni wygładzanej, niepełne wykorzystanie potencjału obróbkowego folii ściernych, oraz mniejszą efektywność procesu mikrowygładzania powierzchni.

Istnieje zatem potrzeba ograniczenia wpływu atmosfery otoczenia na zjawiska fizykochemiczne w strefie kontaktu folii ściernej z przedmiotem obrabianym.

Wynalazek zapewnia ograniczenie wpływu atmosfery otoczenia na zjawiska fizykochemiczne podczas mikrowygładzania oraz umożliwia wyizolowanie oddziaływania składników płynu obróbkowego na tworzoną powierzchnię, przedmiotu w procesie mikrowygładzania foliami ściernymi, dzięki temu, że mikrowygładzanie powierzchni w sposobie według wynalazku odbywa się w strefie obróbki umieszczonej w środowisku płynu obróbkowego. Ponadto realizacja mikrowygładzania prowadzona w płynie zapewnia lepsze chłodzenie oraz umożliwia wprowadzenie na tworzoną powierzchnię substancji ochronnych lub zmniejszających tarcie.

Przedmiotem wynalazku jest sposób mikrowygładzania ściernego powierzchni, zwłaszcza zewnętrznych powierzchni walcowych, w którym podaje się folię ścierną z rolki rozwijającej, dociska się folię ścierną do przedmiotu obrabianego rolką dociskową poddając go obróbce, oraz odbiera i nawija się folię ścierną na rolce magazynującej, charakteryzujący się tym, że obróbkę realizuje się w środowisku płynu obróbkowego, gdzie:

a) przeprowadza się folię ścierną przez rolkę prowadzącą zanurzając folię ścierną w środowisku płynu obróbkowego w zbiorniku, a następnie
b) dociska się folię ścierną do przedmiotu obrabianego rolką dociskową poddając przedmiot obrabiany obróbce mikrowygładzania w środowisku płynu obróbkowego w zbiorniku, po czym
c) wyprowadza się folię ścierną ze środowiska płynu obróbkowego ze zbiornika przeprowadzając folię ścierną przez walce wyciskające.

Do realizacji wynalazku można stosować folie ścierne z ziarnami z elektrokorundu szlachetnego osadzanymi w polu elektrostatycznym na powierzchni nośnika. W innym wykonaniu wynalazku, można stosować folie ścierne z ziarnami z diamentu syntetycznego osadzanymi w polu grawitacyjnym na powierzchni nośnika, które są następnie pokryte cienką warstwą spoiwa. Zgodnie z wynalazkiem, stosować można również inne folie ścierne konwencjonalnie stosowane w procesach mikrowygładzania. Wielkość nominalna ziaren ściernych może wynosić od około 0,5 μm do około 30 μm. Mikrowygładzanie jest zazwyczaj procesem obróbki sekwencyjnym. Obróbka rozpoczyna się z użyciem folii ściernej z ziarnami ściernymi o wymiarze nominalnym 30 μm, natomiast w kolejnych zabiegach stosuje się folie o coraz mniejszych wymiarach ziaren.

Zgodnie z wynalazkiem, mikrowygładzanie powierzchni przedmiotu obrabianego realizuje się w środowisku płynu obróbkowego, dzięki czemu proces obróbki chroniony jest od wpływu atmosfery otoczenia. Prowadzenie mikrowygładzania w płynie obróbkowym zabezpiecza wierzchnią warstwę przedmiotu obrabianego przed utlenianiem i procesami korozji związanymi z oddziaływaniem tlenu na powierzchnię przedmiotu obrabianego. Jednocześnie, prowadzenie mikrowygładzania w płynie obróbkowym pozwala ograniczyć niekorzystne oddziaływanie tlenu na aktywne fragmenty ziaren ściernych, co przyczynia się do lepszego wykorzystania folii ściernych.

Płynem obróbkowym, który stosuje się w sposobie według wynalazku, może być zawiesina cząstek grafitu w cieczy o niskiej lepkości. Korzystnie, cieczą o niskiej lepkości jest woda lub alkanol. Obecność cząstek grafitu w płynie obróbkowym zapewnia zmniejszenie tarcia w miejscu styku folii ściernej z przedmiotem obrabianym, co z kolei przekłada się na poprawę topografii obrabianej powierzchni. Korzystnym efektem może być również wytworzenie cienkiej powłoki węglowej na obrabianej powierzchni.

W innym wykonaniu wynalazku, płynem obróbkowym może być roztwór chemiczny zawierający węglany. Korzystnie, roztworem zawierającym węglany jest wodny roztwór $CaCO_3$ lub wodny roztwór NH_4HCO_3. Stosować można roztwory węglanów w zakresie stężeń od około 5% do około 15%. Pod wpływem ciepła wytworzonego w miejscu styku folii ściernej z przedmiotem obrabianym, węglany w płynie obróbkowym ulegają termicznemu rozkładowi w reakcji endotermicznej z wytworzeniem CO_2. Zatem, obecność węglanów w płynie obróbkowym pozwala na lokalne odbieranie ciepła podczas mikrowygładzania, co jest zjawiskiem pożądanym w punktu widzenia efektywności procesu.

Korzystnie jest gdy płyn obróbkowy dodatkowo zawiera środki antykorozyjne lub inne dodatki funkcyjne takie jak silikony, woski lub inhibitory korozji zawierające chromiany, azotyny, molibdeny lub wolframiany. Tego rodzaju substancje mogą dodatkowo chronić powierzchnię przedmiotów obrabianych przed korozją.

Realizacja mikrowygładzania w płynie obróbkowym według wynalazku zapewnia zatem ograniczenie wpływu atmosfery otoczenia, lepsze chłodzenie oraz umożliwia wprowadzenie na tworzoną powierzchnię substancji ochronnych lub zmniejszających tarcie.

Wykorzystanie sposobu według wynalazku przyczynia się do poprawy jakości powierzchni wygładzanej, optymalnego wykorzystania folii ściernych oraz do poprawy efektywności procesu mikrowygładzania powierzchni.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia układ do realizacji sposobu mikrowygładzania ściernego powierzchni według wynalazku.

Do realizacji sposobu według wynalazku można stosować głowicę do mikrowygładzania, która zawiera trzy rolki: rolkę rozwijającą, która podaje nową folię ścierną, rolkę dociskową, która dociska folię ścierną do przedmiotu obrabianego, oraz rolkę magazynującą, która zbiera zużytą folię ścierną. Kluczowe dla sposobu według wynalazku jest to, że rolka dociskowa zanurzona jest w płynie obróbkowym zapewniając prowadzenie procesu mikrowygładzania w środowisku płynu obróbkowego.

Sposób mikrowygładzania ściernego zewnętrznych powierzchni walcowych według wynalazku polega na tym, że folię ścierną rozwija się z rolki rozwijającej będącej magazynem nowej folii i przemieszcza z prędkością V_f, po rolce prowadzącej, której położenie zapewnia podczas obróbki zanurzenie folii ściernej w płynie obróbkowym. Następnie folię ścierną dociska się do przedmiotu obrabianego z siłą F_n za pomocą rolki dociskowej położonej poniżej przedmiotu obrabianego, którego powierzchnia porusza się z prędkością obwodową V_w. Właściwy proces mikrowygładzania odbywa się w strefie obróbki zanurzonej w płynie obróbkowym. Po wyprowadzeniu folii ściernej ze strefy obróbki, folię ścierną przeprowadza się po dwóch walcach wyciskających wyciskając nadmiar płynu obróbkowego, który spływa do zbiornika, przy czym korzystnie powierzchnia jednego z walców pokryta jest materiałem sprężystym, najkorzystniej gumą. Jeden z walców wyciskających zamontowany jest nieruchomo, a drugi z walców wyciskających posiada możliwość przesuwu promieniowego do i od walca nieruchomego, przez co folię ścierną nawija się na rolkę magazynującą zapewniając przesuw folii i jednocześnie nawijając zużytą folię ścierną.

Wynalazek zostanie zilustrowany przykładami wykonania przedstawionymi poniżej. Przykłady wykonania stanowią jedynie ilustrację wynalazku i nie ograniczają jego zakresu.

P r z y k ł a d 1: Mikrowygładzanie ścierne w zawiesinie cząstek grafitu w wodzie

Do mikrowygładzania wykorzystano folię ścierną 5 z ziarnami z elektrokorundu szlachetnego osadzanymi w polu elektrostatycznym na powierzchni nośnika. Wielkość nominalna ziaren ściernych wynosiła 30 μm. Płyn obróbkowy 8 stanowiła zawiesina cząstek grafitu w wodzie, którą napełniono zbiornik 7. Przedmiotem obrabianym 4 był wałek o średnicy 30 mm ze stali 40 H ulepszonej cieplnie do twardości 60 HRC. Folię ścierną 5 podawano z rolki rozwijającej 1 umieszczonej w głowicy 10 do mikrowygładzania umieszczonej po prawej stronie strefy obróbki. Folię ścierną 5 podawano z rolki rozwijającej 1 z prędkością V_f równą 160 mm/min, a następnie folię ścierną 5 wprowadzano do płynu obróbkowego 8 stanowiącego zawiesinę grafitu w wodzie w zbiorniku 7 po rolce prowadzącej 2. Następnie folię ścierną 5 dociskano rolką dociskową 3 do obrabianego wałka 4, tak że strefa obróbki zanurzona była w płynie obróbkowym 8 stanowiącym zawiesinę grafitu w wodzie. Obrabiany wałek 4 przemieszczano z prędkością V_w równą 35 m/min. Folię ścierną 5 dociskano z siłą F_n równą 50 N do obrabianego wałka 4 rolką dociskową 3 o ściernicy 30 mm, wykonaną z elastomeru o twardości 50 ShA. Obróbkę realizowano przeciwbieżnie, następnie folię ścierną 5 wyprowadzono, wraz z produktami obróbki pozostałymi w przestrzeniach między ziarnami, za pomocą rolki magazynującej 6, zbierając zużytą folię ścierną 5, po uprzednim odciśnięciu nadmiaru płynu obróbkowego 8 z wykorzystaniem walców wyciskających 9 i 11.

W celu dokonania oceny stopnia wygładzenia powierzchni zmierzono chropowatość powierzchni obrabianego wałka 4 za pomocą profilometru. Wyznaczono podstawowe parametry do oceny chropowatości powierzchni: Sa = 0,17 μm i St = 2,3 μm.

Zatem, przeprowadzenie mikrowygładzania ściernego w środowisku płynu obróbkowego pozwoliło na ograniczenie wpływu atmosfery otoczenia i zabezpieczyło przed utlenianiem zarówno wierzchnią warstwę przedmiotu obrabianego jak i wierzchnią warstwę folii ściernej. W ten sposób zoptymalizowano wykorzystanie folii ściernych, a także uzyskano poprawę w jakości wygładzanej powierzchni wałka, w porównaniu do konwencjonalnych procesów prowadzonych w atmosferze.

Dodatkowo, obecność cząstek grafitu w płynie obróbkowym przyczyniła się do wytworzenia cienkich warstw węglowych na obrabianej powierzchni.

P r z y k ł a d 2: Mikrowygładzanie *ścierne w roztworze* $CaCO_3$

W sposobie mikrowygładzania wykorzystano folię ścierną 5 z ziarnami z diamentu syntetycznego osadzanymi w polu grawitacyjnym na powierzchni nośnika, następnie pokrytą cienką warstwą spoiwa. Wielkość nominalna ziaren ściernych wynosiła 0,5 μm. Płyn obróbkowy 8 stanowił roztwór chemiczny

będący 10% roztworem $CaCO_3$ w wodzie, którym napełniono zbiornik 7. Dodatkowo, płyn obróbkowy 8 zawierał olej silikonowy jako środek antykorozyjny. Przedmiotem obrabianym 4 był wałek o średnicy 50 mm ze stali 40 H ulepszonej cieplnie do twardości 60 HRC. Folię ścierną 5 podawano z rolki rozwijającej 1 umieszczonej w głowicy 10 do mikrowygładzania, umieszczonej po prawej stronie strefy obróbki. Folię ścierną 5 dociskano do obrabianego wałka 4 rolką dociskową 3 zanurzoną w płynie obróbkowym 8 stanowiącym 10% roztwór $CaCO_3$ w wodzie. Folię ścierną 5 rozwijano z rolki rozwijającej 1 z prędkością V_f równą 110 mm/min po rolce prowadzącej 2 zanurzając ją w 10% roztworze $CaCO_3$ stanowiącym płyn obróbkowy 8. Obrabiany wałek 4 przemieszczano z prędkością V_w równą 40 m/min. Folię ścierną 5 dociskano F_n z siłą równą 40 N do obrabianego wałka 4 rolką dociskową 3 o ściernicy 30 mm, wykonaną z elastomeru o twardości 30 ShA. Obróbkę realizowano przeciwbieżnie, następnie folię ścierną 5 wyprowadzano, wraz z produktami obróbki pozostałymi w przestrzeniach między ziarnami, za pomocą rolki magazynującej 6, zbierając zużytą folię ścierną 5, po uprzednim odciśnięciu nadmiaru płynu obróbkowego 8 z wykorzystaniem walców wyciskających 9 i 11.

Przeprowadzenie mikrowygładzania ściernego w środowisku płynu obróbkowego pozwoliło na ograniczenie wpływu atmosfery otoczenia i zabezpieczyło przed utlenianiem zarówno wierzchnią warstwę przedmiotu obrabianego jak i wierzchnią warstwę folii ściernej. W ten sposób zoptymalizowano wykorzystanie folii ściernych, a także uzyskano poprawę w jakości wygładzanej powierzchni wałka, w porównaniu do konwencjonalnych procesów prowadzonych w atmosferze.

Dodatkowo, obecność węglanu w płynie obróbkowym zapewniła lokalne odbieranie ciepła podczas mikrowygładzania, co zwiększyło efektywność procesu mikrowygładzania, jak również pozwoliło na zoptymalizowane wykorzystanie folii ściernych.

Wykaz oznaczeń:

1	–	rolka rozwijająca
2	–	rolka prowadząca
3	–	rolka dociskowa
4	–	przedmiot obrabiany
5	–	folia ścierna
6	–	rolka magazynująca
7	–	zbiornik
8	–	płyn obróbkowy
9, 11	–	walce wyciskające
10	–	głowica

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób mikrowygładzania ściernego powierzchni, zwłaszcza zewnętrznych powierzchni walcowych, w którym podaje się folię ścierną z rolki rozwijającej, dociska się folię ścierną do przedmiotu obrabianego rolką dociskową poddając go obróbce, oraz odbiera i nawija się folię ścierną na rolce magazynującej, **znamienny tym**, że obróbkę realizuje się w środowisku płynu obróbkowego, gdzie:
   a) przeprowadza się folię ścierną (5) przez rolkę prowadzącą (2) zanurzając folię ścierną {5) w środowisku płynu obróbkowego (8) w zbiorniku (7), a następnie
   b) dociska się folię ścierną (5) do przedmiotu obrabianego (4) rolką dociskową (3) poddając przedmiot obrabiany (4) obróbce mikrowygładzania w środowisku płynu obróbkowego (8) w zbiorniku (7), po czym
   c) wyprowadza się folię ścierną (5) ze środowiska płynu obróbkowego (8) ze zbiornika (7) przeprowadzając folię ścierną (5) przez walce wyciskające (9) i (11).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się płyn obróbkowy, który jest zawiesiną cząstek grafitu w cieczy o niskiej lepkości.
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że cieczą o niskiej lepkości jest woda lub alkanol.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosuje się płyn obróbkowy, który jest roztworem chemicznym zawierającym węglan.
5. Sposób według zastrz. 4, **znamienny tym**, że roztworem chemicznym zawierającym węglan jest wodny roztwór $CaCO_3$ lub wodny roztwór NH_4HCO_3, o stężeniu od 5% do 15%.

6. Sposób według zastrz. 2 albo zastrz. 4, **znamienny tym**, że płyn obróbkowy dodatkowo zawiera środki antykorozyjne lub inne dodatki funkcyjne takie jak silikony, woski lub inhibitory korozji zawierające chromiany, azotyny, molibdeny lub wolframiany.

Rysunek

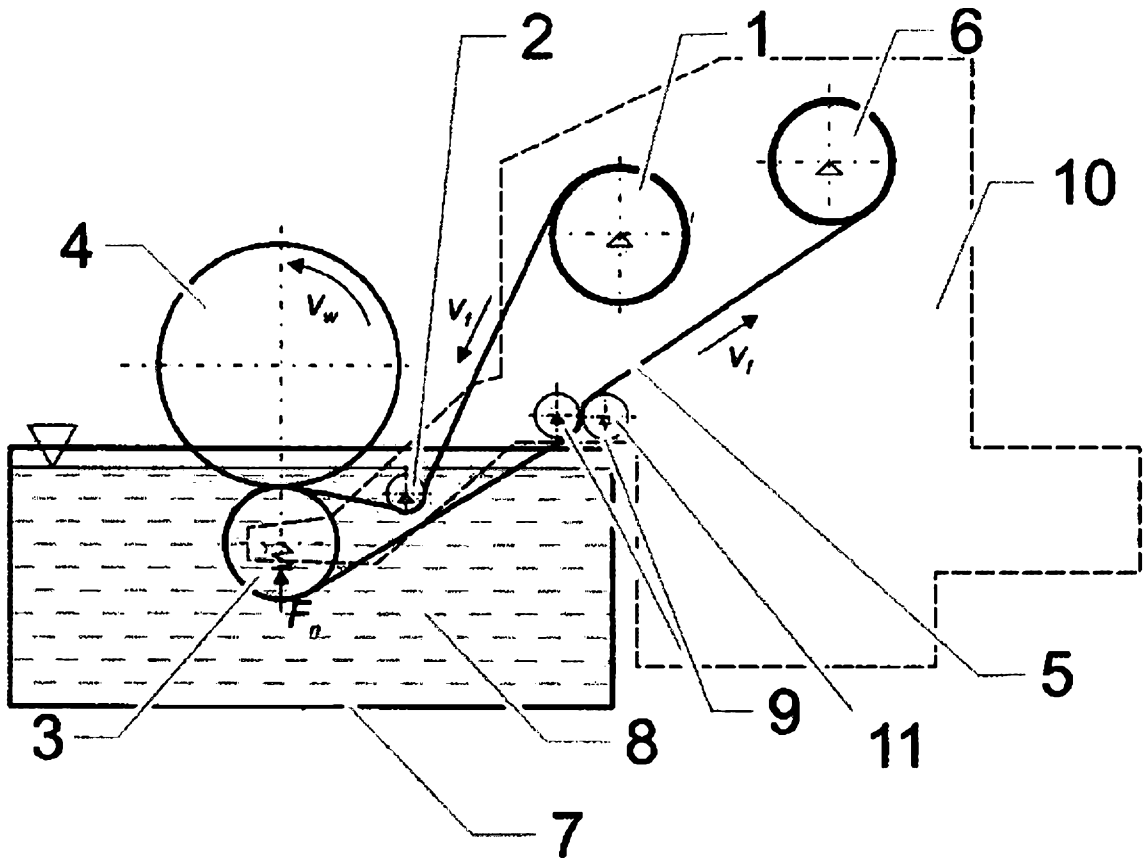


Fig.1