

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **239975**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432919**

(22) Data zgłoszenia: **17.02.2020**

(51) Int.Cl.
C23C 4/134 (2016.01)
C23C 4/02 (2006.01)
B24C 7/00 (2006.01)
B24C 11/00 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)
F28F 19/02 (2006.01)

(54) **Sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową oraz linia technologiczna do realizacji tego sposobu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
07.09.2020 BUP 19/20

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.01.2022 WUP 05/22

(73) Uprawniony z patentu:

**CENTRUM BADAWCZE POWŁOK
OCHRONNYCH CEBAPO SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

PIOTR MILEWSKI, Warszawa, PL

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Marek Mikosza

PL 239975 B1

Opis wynalazku

PRZEDMIOT WYNALAZKU

Przedmiotem wynalazku jest sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natryskiwanym metodą plazmową oraz linia technologiczna do realizacji tego sposobu.

Ochrona przed niszczeniem erozyjnym i korozyjnym kluczowych podzespołów urządzeń i maszyn narażonych na wysokie temperatury oraz oddziaływania mechaniczne takie jak ścieranie lub uderzenia jest jednym z najtrudniejszych zadań stawianych inżynierii powierzchni. Szczególnie jaskrawym przykładem są fluidalne kotły energetyczne, pracujące w elektrowniach lub elektrociepłowniach i służące do wytwarzania pary. W uproszczeniu zasada pracy tego rodzaju pieca polega na tym, że palenisko pieca zasilane jest wdmuchiwanym pyłem lub proszkiem węglowym, ewentualnie innym materiałem ziarnistym, który jest spalany w obecności gazów fluidyzacyjnych. Spalanie paliwa w takich warunkach przypomina wirującą chmurę płomienia. Wirujące we wnętrzu pieca pozostałości po spalaniu przykładowo węgla mają temperaturę wynoszącą ok. 600°C. Gorące drobiny żużłu uderzają i ocierają się o wewnętrzne ściany kotła, kolanka przegrzewaczy pary oraz inne elementy urządzeń. Co więcej, elementy kotła poddane są niszczącym działaniom chemicznym wynikającym z wysokiej zawartości siarki, chloru i związków metali alkalicznych zawartych w żużlu powstałym w wyniku spalania paliwa. Analogiczne problemy występują w przypadku kotłów opalanych mazutem lub odpadami komunalnymi. W odniesieniu do tego rodzaju pieców problemem jest zróżnicowany skład odpadów lub innego paliwa zasilającego kocioł, po którego spalaniu powstają zróżnicowane substancje chemiczne.

Problemem technicznym istniejącym w odniesieniu do tego rodzajów kotłów jest szybka degradacja ścian kotła oraz innych elementów infrastruktury technicznej, wywołana skrajnie agresywnym środowiskiem działania. Niszczenie kotła jest spowodowane zarówno tarcie wirującego złoża (paliwa), wysoką temperaturą jak i korozyjnym oddziaływaniem substancji chemicznych. W związku z tym powstaje problem zabezpieczenia ścian kotła przed erozją i korozją trwałymi powłokami. Tego rodzaju powłoki muszą być także odporne na złuszczenie oraz cechować się możliwie najwyższą przyczepnością i zbliżonym do podłoża współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. W konsekwencji w technologii nakładania powłok szczególnie istotne staje się przygotowanie podłoża poprzez jego oczyszczenie i odpowiednie schropowacenie powierzchni w celu rozwinięcia powierzchni przylegania cząstek powłoki. Dąży się do osiągnięcia zgodności chropowatości powierzchni z ziarnistością nakładanych materiałów powłokowych, co sprzyja mechanicznemu zakleszczaniu się cząstek proszków w nierównościach powierzchni. Natryskiwanie cieplne powłok ochronnych, a szczególnie natryskiwanie plazmowe, jest procesem wrażliwym na najdrobniejsze nawet zmiany parametrów wytwarzania. Dlatego tak ważnym jest opracowanie linii produkcyjnych gwarantujących maksymalną powtarzalność wszystkich realizowanych operacji pozwalającą uzyskiwać optymalne właściwości powłok oraz zapewniających precyzyjne procedury kontroli jakości. Era komputeryzacji i robotyzacji w dużym stopniu wyeliminowała konsekwencje wynikające z wysoce prawdopodobnego błędu człowieka, niemniej, w przypadku natryskiwania ciepłego nadal ten wskaźnik ryzyka jest zbyt znaczący.

STAN TECHNIKI

Powszechnie znany i stosowany proces obróbki powierzchni i natryskiwania ciepłego składa się z kilku podstawowych operacji, które w przypadku ekranów kotłów energetycznych muszą przebiegać z największą dokładnością i według ściśle określonego harmonogramu. Te operacje to kolejno:

1. Przygotowanie przedmiotu do nakładania powłok. Operacja polegająca na mechanicznym usunięciu wszelkich występujących wad powierzchni elementu, który ma być następnie zabezpieczony powłokami. Do wad zaliczamy pęknięcia, pęcherze i odpryski spawalnicze, wady powierzchni materiału rodzimego, jak np. łuski i zawalcowania. Operację usuwania wad wykonuje się ręcznie, za pomocą elektronarzędzi.
2. Przygotowanie powierzchni elementu. Jest to operacja podzielona na trzy etapy, tj. mycie i odtłuszczenie, suszenie oraz czyszczenie strumieniowo-ściernie metodą pneumatyczną. Te operacje mają kluczowe znaczenie dla jakości uzyskanego pokrycia i jednego z najważniejszych wskaźników – przyczepności powłok do podłoża. Podczas operacji mycia i odtłuszczenia z powierzchni elementu usuwane są wszelkie tłuszcze i zanieczyszczenia organiczne. Następną operacją jest suszenie. Czyszczenie strumieniowo-ściernie ma za zadanie przede wszystkim usunąć wszelkie ślady tlenków, zgorzelin etc. i pozostawić powierzchnię metaliczną czystą. Drugim, niezwykle ważnym zadaniem jest nadanie powierzchni odpowiedniego

profilu chropowatości, która współdecyduje o przyczepności natryskanych warstw. Z perspektywy zjawisk towarzyszących i ich znaczenia dla jakości rezultatu, jest to operacja o wysokim stopniu skomplikowania. Jej efekt końcowy zależy od wielu czynników, które muszą być przewidziane i ujęte w ramy technologii szczegółowej. Nowoczesne powłoki są dobierane do stawianych przed nimi zadań tak pod względem składu chemicznego i fazowego, jak też wielkości i kształtu ziaren materiałów wyjściowych, czyli proszków. Warunki, od których zależy przyczepność powłok narzucają pewne specyficzne podejście do tego problemu. Od strony teoretycznej polega ono na dobraniu takiego profilu chropowatości podłoża, który zapewni optymalne przyleganie doń stopionych ziaren materiału powłoki. W dotychczasowej praktyce takie podejście nie było stosowane, najprawdopodobniej wskutek traktowania operacji śrutowania pneumatycznego jako zabiegu, który przy określonych parametrach procesu przynosi bardzo zbliżone rezultaty. Pośrednio jest to konsekwencja aparatury powszechnie używanej do pneumatycznej obróbki strumieniowo-ścierniej. Budowa tej aparatury, jeśli nie liczyć kilku drobnych usprawnień, nie zmieniła się od wielu dziesięcioleci. Powszechnie stosowana obróbka strumieniowo-ścierna polega na uderzaniu w obrabianą powierzchnię strumieniem gazu lub cieczy ze ścierniwem, z wysoką energią kinetyczną. Przy tym jako ścierniwo stosuje się jednorodny materiał o określonym ciężarze właściwym i kształcie ziarna oraz w przybliżeniu jednakowej granulacji. W przypadku gdy powierzchnia jest poddawana obróbce strumieniowo-ścierniej ścierniwami różnego rodzaju, proces jest dwuetapowy, tzn. najpierw ścierniwem ciężkim a potem lekkim, co wydłuża czas jego trwania i proporcjonalnie zwiększa energochłonność.

3. Natryskiwanie powłoki. Natryskiwanie powłoki odbywa się w specjalnej kabinie dźwiękoszczelnej wyposażonej w odpowiednią instalację wentylacyjno-odpylającą. Plazmowa głowica, przykładowo głowica nowej generacji AXIAL III¹ z centralnym podawaniem proszku jest poruszana robotem o sześciu stopniach swobody. Ramię robota przesuwa głowicę względem pokrywanej powierzchni w sposób umożliwiający równomierne pokrywanie podłoża stopionym materiałem powłokowym.

ISTOTA ROZWIĄZANIA

Niniejsze rozwiązanie technologiczne, udoskonala technologię obróbki i plazmowego nanoszenia powłok poprzez zastosowanie dwuetapowej sterowanej komputerowo weryfikacji powierzchni przygotowywanej do natryskiwania powłok oraz poprzez nowatorski sposób obróbki strumieniowo-ścierniej wykorzystującej ścierniwo o zróżnicowanym ciężarze właściwym i zróżnicowanej granulacji co pozwala istotnie zwiększyć chropowatość powierzchni (porównaj fig. 1) i skrócić czas procesu.

Sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natryskiwanych metodą plazmową zgodnie z wynalazkiem składa się z kilku etapów technologicznych. Etap obejmujący przygotowanie powierzchni poprzez mycie, odtłuszczenie i suszenie realizowany jest powszechnie znanymi i stosowanymi metodami. Wynalazek wyróżnia metoda obróbki strumieniowo-ścierniej oraz dwufazowy etap kontroli powierzchni. Sposób według wynalazku charakteryzuje się tym, że po etapie suszenia następuje etap sterowanej komputerowo kontroli fluorescencyjnej powierzchni w świetle ultrafioletowym. W świetle ultrafioletowym pozostałości po tłuszczach są wyraźnie widoczne, co pozwala algorytmowi zainstalowanemu w centralnej jednostce komputerowej lub analizatorze obrazu porównać obraz z kamer UV z wzorcem prawidłowo oczyszczonej powierzchni. Po etapie kontroli fluorescencyjnej w świetle UV następuje etap obróbki strumieniowo-ścierniej z jednoczesnym wykorzystaniem ścierniw o zróżnicowanym ciężarze właściwym i różnej granulacji. Obróbka strumieniowo-ścierna ma dwa cele. Pierwszym jest mechaniczne oczyszczenie powierzchni a drugim celem jest uzyskanie pożądanej chropowatości w celu poprawy parametru przylegania powłok natryskiwanych na późniejszym etapie produkcji. Stosowane do tej pory urządzenia do obróbki strumieniowo-ścierniej są wrażliwe na duże różnice ziarnistości stosowanego ścierniwa, a także na różnice w ciężarach właściwych ścierniw. Oznacza to, że jednoczesna obróbka ścierniwami o zróżnicowanej granulacji i ciężarach właściwych jest praktycznie niemożliwa. Ten problem rozwiązuje zastosowanie dozownika będącego częścią linii według wynalazku. Wymieszanie zróżnicowanych frakcji ścierniwa umożliwia zwiększenie rozwinięcia powierzchni. Cięższe gruboziarniste ścierniwo cięższych frakcji umożliwiają uzyskanie grubszych chropowatości o większych różnicach wzniesień i zagłębień. Natomiast lżejsze, drobno ziarniste, frakcje ścierniwa powodują dodatkowe

¹ www.mettech.com/coating-technology/axial-iii-core-technology.php według stanu na dzień 30/01/2020

schropowacenie nierówności powstałych wskutek użycia ścierniwa gruboziarnistego. Używanie kilku rodzajów ścierniwa jednocześnie, pozwala osiągnąć znacznie większe rozwinięcie obrabianej powierzchni, korzystnie wpływające na przyczepność i stan naprężeń wewnętrznych powłok. Dozownik zasypowy zgodny z wynalazkiem eliminuje problem rozwarstwiania się ścierniwa na frakcje. O ile dotychczas stosowanych urządzeniach sprężone powietrze wyrównujące ciśnienie w zasobniku urządzenia było doprowadzane od góry, w urządzeniu według wynalazku powietrze jest doprowadzane do dolnej części zasobnika rurą wmontowaną styknie do tworzącej walca zasobnika, w środkowej części wysokości dennicy. Dzięki takiemu rozwiązaniu ścierniwo w zasobniku jest wprawiane w ruch wirowy tworząc złożę fluidalne, w którym ścierniwa o różnej granulacji i ciężarach właściwych są mieszane w sposób ciągły i podawane równomiernie do zaworu dozującego. W ten sposób w strumieniu ścierniwa wyrzucanym z dyszy roboczej znajdują się zróżnicowane ścierniwa w proporcjach wcześniej założonych. Co więcej, proporcje te można zmieniać w czasie pracy i dostosowywać je do uzyskiwanych efektów czyszczenia.

Po zakończeniu obróbki strumieniowo-ściernej następuje etap wizyjnej kontroli chropowatości nadzorowany przez algorytm zainstalowany w centralnej jednostce komputerowej lub oddzielnym analizatorze obrazu. Algorytm dokonuje porównania obrazu z kamer z wzorcem prawidłowo schropowaczonej powierzchni. Ostatni etap obejmuje dwie operacje wykonywane jednocześnie. Dzięki zintegrowanym z głowicą plazmową, co najmniej dwóm czujnikom laserowym, nanoszenie powłoki odbywa się jednocześnie z kontrolą grubości powłoki. W sposobie według wynalazku wszystkie fazy kontroli to jest: kontroli fluorescencyjnej, wizyjnej kontroli chropowatości oraz kontroli grubości powłoki są sterowane komputerowo.

W optymalnym wariancie sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową, charakteryzuje się tym, że każdy z etapów kontroli sterowanej komputerowo jest realizowany poprzez analizę danych dotyczących powierzchni i pochodzących z czujników lub obrazu powierzchni z kamer przez analizator obrazu z wzorcami zapisanymi w centralnym komputerze sterującym. Według wynalazku linia technologiczna do realizacji sposobu zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową, charakteryzuje się tym, że w ciągu technologicznym zawiera dozownik zasypowy zaopatrzony w części dennej zasobnika w poziomo usytuowany wlot powietrza kierujący strumień powietrza poziomo oraz głowicę plazmową do natrysku powłoki zintegrowaną z co najmniej dwoma miernikami odległości rozmieszczonymi w jednej linii z głowicą z których jeden zamocowany jest przed głowicą a drugi za głowicą. Niskie i poziome umiejscowienie dyszy wylotowej powietrza w zasobniku powoduje, że strumień wdmuchiwanego powietrza wlatuje poziomo do zasobnika i wirując przemieszcza się do góry. Taki ruch strumienia powietrza powoduje równomierne wymieszanie cząstek ścierniwa i ich zróżnicowanie na wylocie z zasobnika. Z kolei zaopatrzenie głowicy plazmowej w laserowe mierniki odległości rozmieszczone w jednej linii z głowicą z których jeden zamocowany jest przed głowicą a drugi za głowicą, umożliwia bieżącą ocenę grubości natrykiwanej powłoki.

Ostatecznie, jakość powłok natrykiwanych zależy od dokładności wykonania każdej z operacji występujących w procesie natrykiwania cieplnego. Praktycznie każda z tych operacji ma znaczenie krytyczne, dlatego bardzo ważnym elementem procesu jest kontrola jakości na wszystkich jego etapach. Zastosowanie zautomatyzowanej kontroli komputerowej zgodnie z wynalazkiem umożliwia wyeliminowanie błędów oceny spowodowanych czynnikiem ludzkim. Każdy z etapów procesu natrykiwania może być skutecznie kontrolowany za pomocą indywidualnie dobranej aparatury sprzężonej z centralnym komputerem sterującym procesem.

RYSUNEK

Przedmiot wynalazku jest ukazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat rozkładu chropowatości podłoża po obróbce: w wariancie A – ciężkim, gruboziarnistym ścierniwem, w wariancie B – lekkim, drobnoziarnistym ścierniwem; na fig. 2 przedstawiono dozownik zasypowy wielofrakcyjny według wynalazku; na fig. 3 uwidoczniono głowicę natryskową zintegrowaną z miernikami odległości oraz schemat dokonywanego pomiaru; na fig. 4 przedstawiono schemat blokowy sposobu i linii technologicznej według wynalazku.

PRZYKŁAD WYKONANIA

Przedstawiony całościowo i schematycznie na fig. 4 Sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową oraz linia technologiczna do realizacji tego sposobu – w przykładzie wykonania zakłada, że stalowe segmenty **A** do produkcji ekranów grzewczych kotłów energetycznych przesuwają się na podajniku taśmowym wzdłuż linii technologicznej. W pierwszym etapie przygotowania **1** powierzchni segmentu **A** następuje mycie i odtłuszczenie **1a** przy użyciu detergentu w płynie natrykiwanego na powierzchnię segmentu **A**. Po usunięciu zanieczyszczeń chemicznych a zwłaszcza tłuszczów, następuje faza suszenia **1b** segmentu **A** poprzez nadmuch gorącego powietrza w wentylowanej komorze. Następnie segment **A** przemieszcza się na podajniku na stanowisko etapu kontroli fluorescencyjnej **2**. Detekcja zanieczyszczeń metodą fluoroscencyjna w strumieniu promieniowania UV obejmuje całą powierzchnię segmentu **A**. Emiter promieniowania UV **2a** jest sprzężony z kamerą UV **2b** przekazującą sygnał do analizatora obrazu **2c**, który przekazuje sygnał do centralnego komputera sterującego **B**, który w razie potrzeby, poprzez zasterowanie odgałęzienia podajnika zwraca niedostatecznie umyty segment **A** do ponownego odtłuszczenia **1a**. Zatluszczenia i inne zanieczyszczenia organiczne emitują światło widzialne w promieniach UV o długości fali 380–430 nm, co jest wychwytywane przez kamerę i weryfikowane przez znane algorytmy zainstalowane w analizatorze obrazu **2c**. Trzeci etap obejmuje pneumatyczną obróbkę strumieniowo-ścierną **3**, w czasie której jednocześnie używane są ścierniwa o różnej granulacji i o różnym ciężarze właściwym takie jak śrut stalowy ostrokrawędziowy jako ścierniwo ciężkie **3a** i elektrokorund jako ścierniwo lekkie **3b**. Dozownik zasypowy zawiera zasobnik **3c** będącego zbiornikiem ciśnieniowym z otworem wyspowym umieszczonym u góry, w części pokrywowej. Zasyp ciężkiego ścierniwa stalowego **3a** i lekkiego, drobnego ścierniwa, elektrokorundu **3b** odbywa się od góry. Powietrze jest doprowadzane do zasobnika **3c** poziomym króćcem **3d**, pod ciśnieniem w zakresie 0,4–1,2 MPa. Króciec **3d** posiada wylot wspawany w dolnej części zasobnika **3c**, w połowie wysokości dennicy **3d**. Poziomo skierowany strumień sprężonego powietrza z króćca **3d**, wywołuje wir unoszący i mieszający równomiernie złożę ścierniwa **3f**. Wymieszane ścierniwo ze złoża **3f** poprzez talerzowy zawór dozujący **3g** dozowane jest do przewodu **3h** ze sprężonym powietrzem, które poprzez przewód **3h** doprowadza ścierniwo **3f** do dyszy roboczej **3i**. Po zakończeniu etapu pneumatycznej obróbki strumieniowo-ścierniej **3**, segment **A** przemieszczany jest do kolejnego stanowiska, na którym przechodzi kolejny etap kontroli wizualnej **4**. Wizualna kontrola chropowatości i czystości fizycznej **4** wykorzystuje komputerowy system przetwarzania obrazu w którym algorytm analizuje rozkład jasnych i ciemnych plam na powierzchni segmentu **A** i porównuje go z wzorcem. Cyfrowy obraz obrobionej powierzchni segmentu **A** rejestrowany i przesyłany przez kamerę **4a** reprezentowany jest macierzą liczb, będących odzwierciedleniem stanu odbicia światła od powierzchni blachy **A**. Światło i cień tworzą na powierzchni wzór śladów obróbki o widocznym ukierunkowaniu. Podstawowymi cechami statystycznymi opisującymi obraz jest średnia jasność obrazu, wartość maksymalna i minimalna, na podstawie których zostaje wygenerowany histogram zestawiany z pożądanym i wcześniej zaprogramowanym wzorcem. W innym wariantcie wiązka światła laserowego wysyłana przez emiter zintegrowany z kamerą **4a** odbija się od badanej powierzchni tworząc obraz reliefu obrobionej powierzchni. Analizator obrazu w sposób ciągły oznacza rozkład chropowatości i przesyła dane do centralnego komputera sterującego **B**, który w razie potrzeby, cofa niedostatecznie oczyszczony lub nieprawidłowo schropowacony segment **A** do ponownej obróbki. W innej, rozszerzonej wersji oprogramowania i usprzętowania, komputer w oparciu o dane z analizatora obrazu **2c** steruje parametrami procesu obróbki strumieniowo-ścierniej, tj. ciśnieniem sprężonego powietrza (a w konsekwencji energią kinetyczną strumienia ścierniwa) i składem ścierniwa w strumieniu poprzez dozowanie różnych frakcji ścierniwa.

Ostatni etap natrykiwania i kontroli grubości powłoki **5** sposobu według wynalazku odbywa się w zamkniętej komorze **5a** do której przemieszczany jest segment **A**. Etap **5** ten zakłada jednoczesną, prowadzoną w czasie rzeczywistym operację natrykiwania plazmowego przy użyciu głowicy AXIAL III **5b** kanadyjskiej firmy Northwest Mettech Corporation², z równoczesną kontrolą grubości powłoki **5c** wykorzystującą dwa laserowe mierniki odległości **5d** zintegrowane z głowicą AXIAL III **5b**. Kontrola operacji natrykiwania sprowadza się do ciągłego pomiaru grubości nakładanej powłoki **5c**. Pomiar odbywa się metodą ciągłą poprzez analizę sygnałów z dwóch laserowych mierników odległości **5d** mierzących odległość pomiędzy miernikiem a badaną powierzchnią. Wysoka dokładność pomiaru (+/-1 µm) po-

² www.mettech.com/coating-technology/axial-III-core-technology.php według stanu na dzień 30/01/2020

zwala zmierzyć chropowatość powierzchni przed nałożeniem powłoki **5c** oraz jej grubość i chropowatość po natryśnięciu. Pomiar odbywa się wg schematu przedstawionego na fig. 3. Na tym etapie wykorzystywana jest plazmowa głowica natryskowa AXIAL III **5b** zintegrowana z dwoma laserowymi miernikami odległości **5d** rozmieszczonymi w jednej linii z wylotem dyszy głowicy **5b** odpowiednio przed i za nią. Zintegrowana głowica **5b** i mierniki **5d** przemieszczają się wspólnie zgodnie z ruchem ramienia robota na którym są zamocowane. Zespół mierników laserowych **5d** odczytuje różnicę ΔH zmierzonych odległości **H1** i **H2**. Różnica ta jest grubością powłoki nakładanej w danym przejściu głowicy plazmowej względem podłoża.

Dla znawców z dziedziny, której dotyczy niniejszy wynalazek, jest oczywistym że obróbkę strumieniowo-ścierną według wynalazku, można realizować także przy jednoczesnym użyciu więcej niż tylko dwóch frakcji ścierniwa. Podobnie technologia opisana powyżej może odnosić się zarówno do segmentów ekranów rurowych wykorzystywanych do produkcji kotłów energetycznych jak wszelkiego rodzaju innych części maszyn i urządzeń. Co więcej elementy przedmiotowej technologii mogą być wykorzystywane do obróbki strumieniowo-ścierną materiałów niemetalicznych, przykładowo tworzyw sztucznych.

Objaśnienia

- A – segment ekranu rurowego;
- B – centralny komputer sterujący;
- 1 – etap przygotowania;
- 1a – mycie i odtłuszczenie;
- 1b – faza suszenia;
- 2 – etap kontroli fluorescencyjnej;
- 2a – emiter promieniowania UV;
- 2b – kamera UV;
- 2c – analizator obrazu;
- 3 – etap obróbki strumieniowo-ścierną;
- 3a – ścierniwo ciężkie (śrut stalowy ostrokrawędziowy);
- 3b – ścierniwo lekkie (elektrokorund);
- 3c – zasobnik;
- 3d – króciec (rura) dolotowy;
- 3e – dennica;
- 3f – wymieszane złożo ścierniwa;
- 3g – talerzowy zawór dozujący;
- 3h – przewód doprowadzający ścierniwo do dyszy roboczej;
- 3i – dysza robocza;
- 4 – etap kontroli wizualnej;
- 4a – kamera;
- 5 – etap natryskiwania powłoki i kontroli grubości powłoki;
- 5a – komora do natryskiwania;
- 5b – głowica natryskowa AXIAL III;
- 5c – powłoka;
- 5d – laserowe mierniki odległości;

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową, obejmujący: przygotowanie powierzchni poprzez mycie, odtłuszczenie i suszenie następnie obróbkę strumieniowo-ścierną i natrykiwanie plazmowe powłoki **znamienny tym**, że po etapie suszenia (**1b**) następuje etap sterowanej komputerowo kontroli fluorescencyjnej (**2**) powierzchni w świetle ultrafioletowym; po etapie kontroli fluorescencyjnej (**2**) następuje etap obróbki strumieniowo-ścierną (**3**) z jednoczesnym wykorzystaniem ścierniwa o zróżnicowanym ciężarze właściwym po którym następuje etap wizualnej kontroli (**4**) chropowatości; po

- którym następuje etap natryskiwania plazmowego z jednoczesną kontrolą grubości (5) powłoki (5c) wykorzystującą co najmniej dwa czujniki laserowe (5d); przy czym wszystkie fazy kontroli to jest: kontroli fluorescencyjnej (2), wizualnej kontroli chropowatości (4) oraz kontroli grubości powłoki (5) są sterowane komputerowo.
2. Sposób zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową według zastrz. 1 **znamienny tym**, że każdy z etapów kontroli sterowanej komputerowo jest realizowany poprzez analizę danych dotyczących powierzchni i pochodzących z czujników lub obrazu powierzchni z kamer przez analizator obrazu (2c) z wzorcami zapisanymi w centralnym komputerze sterującym (B).
 3. Linia technologiczna do realizacji sposobu zabezpieczania przed degradacją powierzchni zwłaszcza ekranów grzewczych kotłów energetycznych z wykorzystaniem powłok z nanomateriałów natrykiwanych metodą plazmową, **znamienna tym**, że w ciągu technologicznym zawiera dozownik zasypowy zaopatrzony w części dennej (3e) zasobnika (3c) w poziomo usytuowany wlot powietrza kierujący strumień powietrza stycznie do tworzącej walca zasobnika (3c) oraz głowicę plazmową (5b) do natrysku powłoki (5c) zintegrowaną z co najmniej dwoma miernikami odległości (5d) rozmieszczonymi w jednej linii z głowicą (5b) z których jeden zamocowany jest przed a drugi za głowicą (5b).

Rysunki

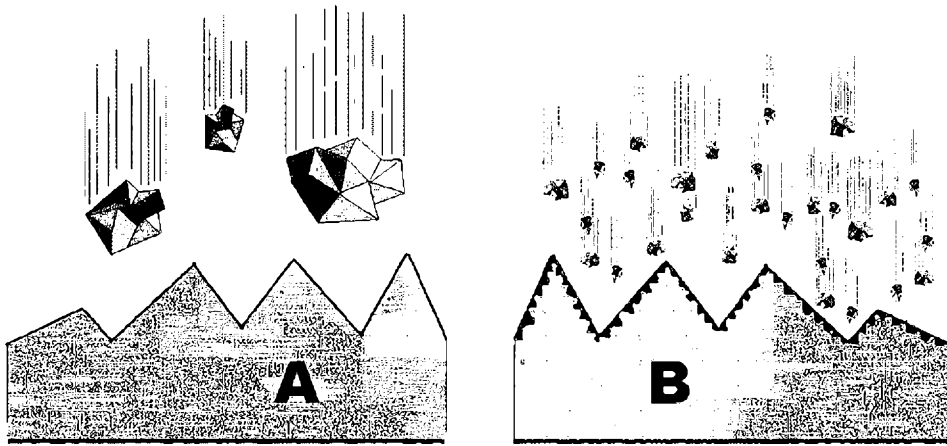


Fig.1

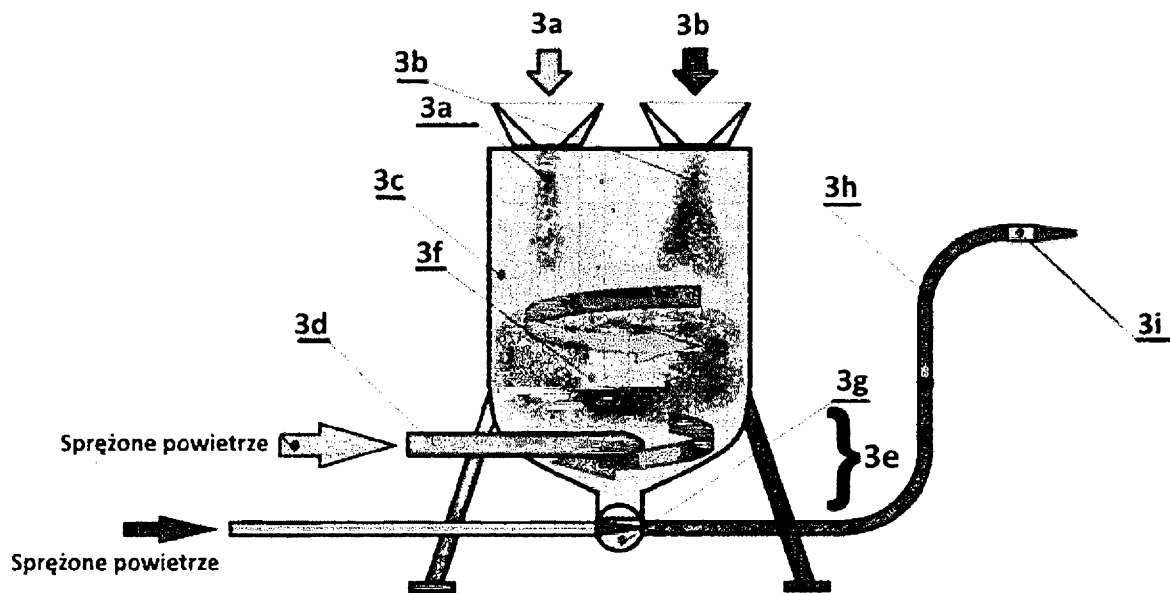


Fig.2

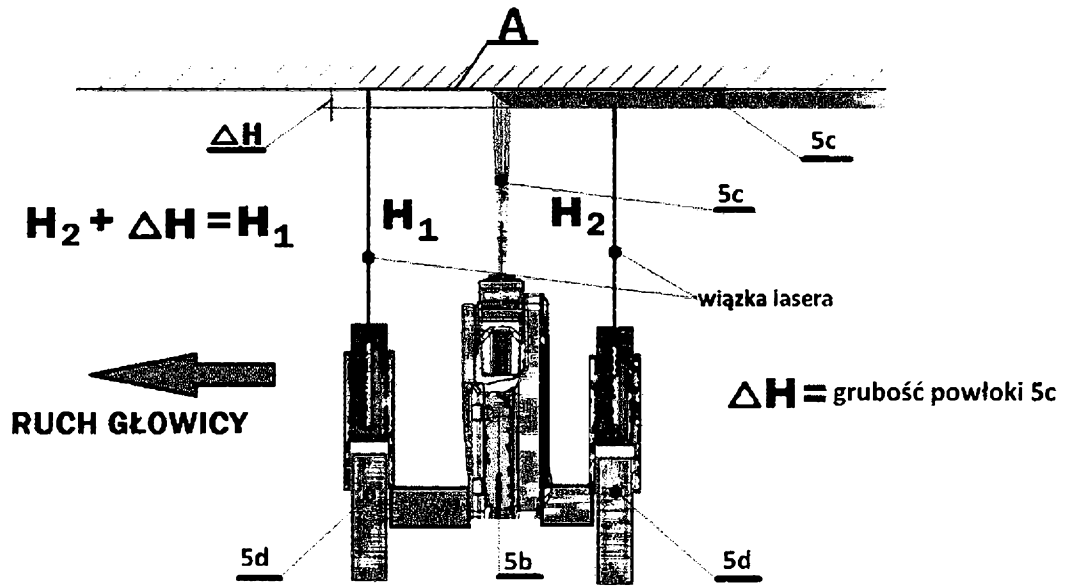


Fig.3

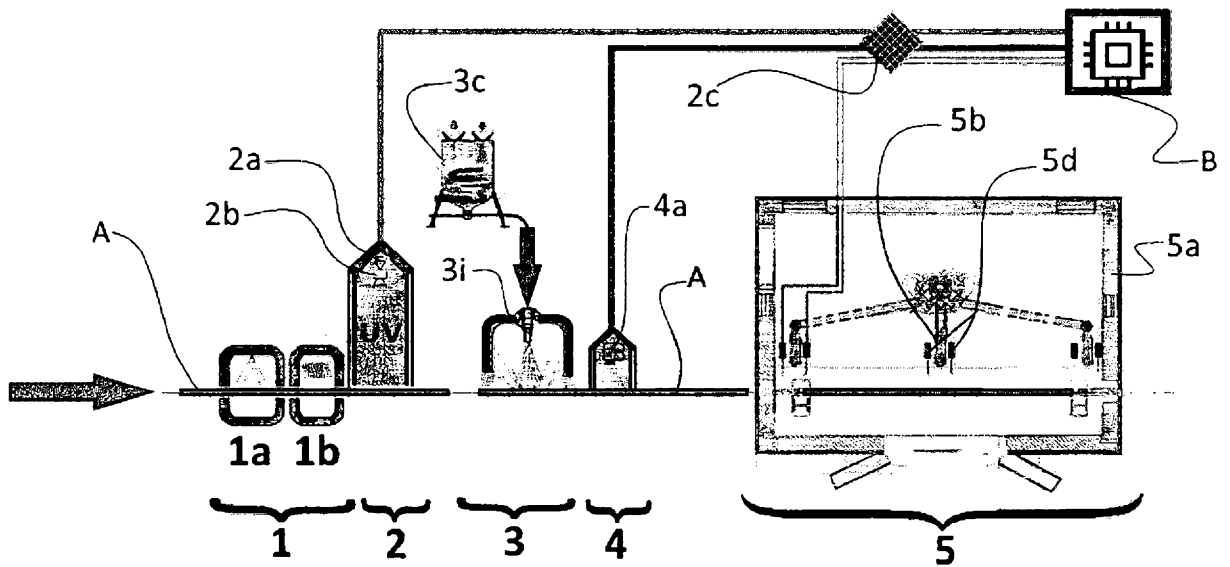


Fig.4