(19) URZĄD PATENTOWY RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

(10) **PL 244183 B1**

(12) # Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **432608**
(22) Data zgłoszenia: **2020.01.17**
(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2020.11.02 BUP 23/2020**
(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.12.11 WUP 50/2023**

(51) MKP:
***G01M 13/005*** *(2019.01)*
***G01N 21/88*** *(2006.01)*
***G01N 21/00*** *(2006.01)*
***B07C 5/12*** *(2006.01)*
***B07C 5/342*** *(2006.01)*

(73) Uprawniony z patentu:
**PAWLIKOWSKI ŁUKASZ OPTISORT, Sędziszów Małopolski, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:
**ŁUKASZ PAWLIKOWSKI, Sędziszów Małopolski, PL**
**KRZYSZTOF LALIK, Kraków, PL**

(74) Pełnomocnik:
**rzecz. pat. Włodzimierz Januszkiewicz, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:
**Urządzenie i metoda kontroli uszczelek elastomerowych**

PL 244183 B1

# Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest urządzenie i metoda kontroli uszczelek elastomerowych, zwłaszcza typu o-ring wykonanych z silikonu albo gumy.

Uszczelki wykonane z elastomeru, zwłaszcza typu o-ring są przykładami bardzo sprężystych uszczelek zdolnych do tworzenia trwałego uszczelnienia. Laminowanie uszczelek warstwą politetrafluoroetylenu (PTFE) poprawia odporność na przenikanie cieczy i gazów. Z uwagi na masową produkcję i konieczność zapewnienia odpowiedniej jakości wyrobów problemem jest kontrola jakości wyprodukowanych uszczelek. Tradycyjna, statyczna metoda badania jakości wyrobów, realizowana po zakończeniu procesu produkcji znacznie spowalnia i wydłuża czas przekazania tych wyrobów do sieci sprzedaży. Dlatego poszukiwane są sposoby dynamicznego badania jakości, korzystnie w czasie procesu produkcyjnego. Aktualnie w zakresie produkcji uszczelek nie zostały ujawnione takie systemy kontroli jakości.

Znane z amerykańskiego opisu patentowego nr US6667799 urządzenie i sposób kontroli jakości w trybie on-line wytłaczanego bieżnika polega na tym, że dane obrazu wyciętego odcinka wytłaczanego bieżnika sfotografowanego kamerą CCD są przetwarzane przez jednostkę kontroli wewnętrznej struktury bieżnika w celu obliczenia jasności warstw gumy różniących się składem, granice między warstwami gumy na odcinku wycinanym są zlokalizowane na podstawie różnic spośród obliczonych jasności warstw gumy i ocenia się, czy wewnętrzna struktura fotografowanego wytłaczanego bieżnika jest zadowalająca, czy nie, porównując powyższe granice z zadanymi granicami odniesienia.

W amerykańskim opisie patentowym nr US9052294 ujawniono system i metodę kontroli przedmiotu obrabianego. Zgodnie z jednym przykładem wykonania, system zawiera wiele źródeł oświetlenia usytuowanych w pobliżu przedmiotu obrabianego i każdy z nich może generować co najmniej jedną odpowiednią wiązkę światła, aby oświetlić co najmniej część przedmiotu obrabianego, przy czym każda wiązka ma inny odpowiedni kolor. System obejmuje również co najmniej jedną kamerę umieszczoną w pobliżu przedmiotu obrabianego i umożliwiającą przechwytywanie co najmniej jednego obrazu co najmniej części przedmiotu obrabianego, w tym padających na niego wiązek światła. Ponadto system zawiera system danych zdolny do jednoczesnego dostarczania dwuwymiarowych i trójwymiarowych informacji wskazujących na przedmiot obrabiany na podstawie obrazu uzyskanego przez kamerę.

W amerykańskim opisie patentowym nr US9535563 ujawniono internetowe urządzenie i system kontroli zawierające w jednej obudowie interfejsy sieci danych pakietowych, przystosowane do komunikacji z Internetem i siecią lokalną, co najmniej jeden interfejs danych wybrany z grupy składającej się z uniwersalnej magistrali szeregowej, interfejs IEEE-1394, interfejs telefonii głosowej, interfejs programu audio, interfejs programu wideo, interfejs programu audiowizualnego, interfejs kamery, interfejs systemu bezpieczeństwa fizycznego, interfejs sieci bezprzewodowej, interfejs sterowania urządzeniem, interfejs inteligentnego domu, interfejs wykrywania otoczenia oraz interfejs kontroli środowiska i procesor do kontrolowania transferu danych między siecią lokalną a Internetem oraz definiowania interfejsu języka znaczników komunikowanego przez sieć danych pakietowych interfejs do sterowania przesyłaniem danych lub sterowania urządzeniem zdalnym.

Znane z amerykańskiego opisu patentowego nr US20140089241 system i metoda komunikacji między znacznikami w języku znaczników zawiera interfejs sieciowy, dodatkowy interfejs transmisji danych i procesor do obsługi interfejsu sterowania komunikowanego przez interfejs sieciowy zgodnie z protokołem języka znaczników międzymaszynowych, do sterowania interfejsem sieciowym i dodatkowym interfejsem transmisji danych.

Jednakże w zależności od zastosowania każde nowe urządzenie i metoda wymaga indywidualnego doboru parametrów kontroli i reakcji na zebrane dane.

Celem wynalazku jest opracowanie systemu w postaci urządzenia i metody pozwalające na automatyczne wykrywanie defektów występujących w elementach gumowych i silikonowych typu O-ring oraz kontrola parametrów produkcyjnych, których optymalizacja umożliwi produkcje wyrobów o wysokiej jakości.

Urządzenie według wynalazku przeznaczone do kontroli uszczelek elastomerowych ma robotyczne ramię eżektorowe z chwytakiem 1, zasobnik zawierający testowane O-ringi 2 o średnicy od 55 do 120 mm, kamerę przemysłową do zdejmowania co najmniej 5 obrazów o rozdzielczości co najmniej 2560 x 1440p i częstotliwości próbkowania 60 Hz 3a zaopatrzoną w moduł łączności WIFI na pasmach 2,4 oraz 5 GHz 3b, wzajemnie przesunięte w pionie o 37 mm i w poziomie o 22 mm o przeciwbieżnym kierunku ruchu podajniki taśmowe górny 4a i dolny 4b o prędkości przesuwu podajnika 600–1200 mm/min, co pozwala na uzyskanie wydajności rzędu 100–250 O-ringów na minut, zasobnik odbierający

spełniające standardy jakości O-ringi 5, dyszę 7 do zrzucania do zasobnika 8, z podajnika taśmowego 4b, strumieniem sprężonego powietrza pod ciśnieniem 2 barów manometrycznych wybrakowanych wyrobów i do zarządzania systemem serwer 6a, zaopatrzony w moduł łączności WIFI na pasmach 2, 4 oraz 5 GHz 6b.

Metoda według wynalazku umożliwiająca kontrolę uszczelek elastomerowych w oparciu o analizę obrazu uszczelki uzyskanego z kamery 3a, przechowywanego i obrabianego na serwerze 6a za pomocą trójstopniowego filtru RGF eliminującego szumy obrazów, bazującego na filtracji medianowej w oparciu o schemat decyzyjny zlokalizowany na serwerze 6a polegająca na pobraniu i przemieszczeniu za pomocą chwytaka eżektorowego ramienia robotycznego 1 z zasobnika 2 uszczelki O-ring na podajnik taśmowy górny 4a, wykonaniu przez kamerę 3a co najmniej 5 zdjęć uszczelki i przesłanie ich za pośrednictwem modułów WIFI 3b i 6b do serwera 6a, a następnie po przemieszczeniu się z jednoczesnym obrotem o 180° uszczelki na podajnik dolny 4b, i wykonaniu przez kamerę 3a co najmniej 5 zdjęć uszczelki i przesłaniu ich za pośrednictwem modułów WIFI 3b i 6b do serwera 6a, w którym następuje porównanie obrazu uszczelki uzyskanego z podajnika 4b z obrazem zapamiętanym na serwerze 6a i po połączeniu wszystkich przefiltrowanych obrazów za pomocą fuzji obrazów i uzyskaniu wartości progowej obrazu następuje segmentacja defektów w obrazie kontrolnym, obróbka obrazu algorytmem do optymalizacji z wykorzystaniem trójstopniowego filtru RGF do eliminacji szumów bazującego na filtracji medianowej i w oparciu o uzyskane wyniki ustawiana jest jedna z czterech flag reprezentujących rodzaj błędu w oparciu o dane wizyjne i ocenę w oparciu o funkcję nieliniową w celu obliczenia lokalnej oceny energii na filtrowanych obrazach, przy czym w przypadku zlokalizowania defektu w postaci różnicy w kolorze pomiędzy czarną warstwą elastomeru (silikon, guma) a warstwą PTFE, która posiada zabarwienie białe, po czym sprężone powietrze pod ciśnieniem 2 barów z dyszy 7 usuwa wadliwy wyrób z podajnika 4b do zasobnika 8, a w przypadku braku defektu – do zasobnika 5, przy czym pozytywna/negatywna weryfikacja ma wpływ na parametry produkcyjne O-ringów w postaci regulacji prędkości podajników 4a i 4b i regulacji, z dokładnością do 0,3°C, temperatury pracy ekstrudera wytwarzającego O-ringi.

Wykorzystany został algorytm do optymalizacji charakteryzujący się tym, że komunikuje się z bazą danych umieszczoną w chmurze, a informacje z tej bazy przesyłane są do urządzenia wykonawczego transmisją bezprzewodową, a po analizie sygnały sterują temperaturą pracy ekstrudera. Ze względu na stopień skomplikowania systemu w infrastrukturze chmurowej zaimplementowano 4 flagi reprezentujące rodzaju błędu w oparciu o dane wizyjne:

- flagę alarmu pojedynczego wystąpienia; jest ona uruchamiana jeśli ilość wyrobów zawierających defekty nie przekracza co najmniej 1/80 wyrobów; powoduje to zmianę temp. wtrysku o 0,2°C w górę, a następnie w dół w przypadku pogorszenia jakości wyrobów;
- flagę dla kilkukrotnego błędu; dla defektów występujących co najmniej w 1/40 produktów; następuje regulacja temperatury o 0,6°C oraz powiadomienie operatora ekstrudera;
- flagę dla masowego błędu; dla defektów występujących co najmniej w 1/20 produktów, następuje regulacja temperatury o 1,2°C oraz powiadomienie operatora ekstrudera;
- flagę zatrzymania urządzenia wykonawczego; dla defektów występujących co najmniej w 1/10 przypadków; wstrzymany zostaje proces produkcyjny.

Sposób według wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym:

Fig. 1 schemat systemu kontroli jakości uszczelek.

Fig. 2 schemat decyzyjny kontroli jakości uszczelek.

Ze względu na obracanie elementów poddawanych analizie jakościowej system dokonuje weryfikacji dla każdej strony O-ringa. W przypadku wykrycia defektu powierzchniowego, deformacji, ubytku, lub nadlewu na O-ringu podejmowane są określone kroki zgodnie z ustawionymi flagami.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie według wynalazku przeznaczone do kontroli uszczelek elastomerowych, **znamienne tym**, że ma robotyczne ramię eżektorowe z chwytakiem (1), zasobnik zawierający testowane O-ringi (2) o średnicy od 55 do 120 mm, kamerę przemysłową do zdejmowania co najmniej 5 obrazów o rozdzielczości co najmniej 2560 x 1440p i częstotliwości próbkowania 60 Hz (3a) zaopatrzonej w moduł łączności WIFI na pasmach 2,4 oraz 5 GHz (3b), wzajemnie

przesunięte w pionie o 37 mm i w poziomie o 22 mm o przeciwbieżnym kierunku ruchu podajniki taśmowe górny (4a) i dolny (4b) o prędkości przesuwu podajnika 600–1200 mm/min, zasobnik odbierający spełniające standardy jakości O-ringi (5), dyszę (7) do zrzucania z podajnika taśmowego (4b) strumieniem sprężonego powietrza pod ciśnieniem 2 barów manometrycznych wybrakowanych wyrobów do zasobnika (8) i serwer do zarządzania systemem (6a), zaopatrzony w moduł łączności WIFI na pasmach 2,4 oraz 5 G Hz (6b).

2. Metoda umożliwiająca kontrolę uszczelek elastomerowych, **znamienna tym**, że w oparciu o analizę obrazu uszczelki uzyskanego z kamery (3a), przechowywanego i obrabianego za pomocą trójstopniowego filtru RGF eliminującego szumy obrazów, bazującego na filtracji medianowej w oparciu o schemat decyzyjny zlokalizowany na serwerze (6a) polega na pobraniu i przemieszczeniu przez chwytak eżektorowego ramienia robotycznego 1 z zasobnika (2) uszczelkę O-ring na podajnik taśmowy górny (4a), wykonaniu przez kamerę (3a) co najmniej 5 zdjęć uszczelki i przesłanie ich za pośrednictwem modułów WIFI (3b) i (6b) do serwera (6a), a następnie po przemieszczeniu się z jednoczesnym obrotem o 180° uszczelki na podajnik dolny (4b), i wykonaniu przez kamerę (3a) co najmniej 5 zdjęć uszczelki i przesłaniu ich za pośrednictwem modułów WIFI (3b) i (6b) do serwera (6a), następuje porównanie obrazu uszczelki uzyskanego z podajnika (4b) z obrazem zapamiętanym na serwerze (6a) i po połączeniu wszystkich przefiltrowanych obrazów za pomocą fuzji obrazów i uzyskaniu wartości progowej obrazu następuje segmentacja defektów w obrazie kontrolnym, obróbka obrazu algorytmem do optymalizacji z wykorzystaniem trójstopniowego filtru RGF do eliminacji szumów bazującego na filtracji medianowej i w oparciu o uzyskane wyniki ustawiana jest jedna z czterech flag reprezentujących rodzaj błędu w oparciu o dane wizyjne i ocenę w oparciu o funkcję nieliniową w celu obliczenia lokalnej oceny energii na filtrowanych obrazach, przy czym w przypadku zlokalizowania defektu w postaci różnicy w kolorze pomiędzy czarną warstwą elastomeru (silikon, guma) a warstwą PTFE, która posiada zabarwienie białe, po czym sprężone powietrze pod ciśnieniem 2 barów z dyszy (7) usuwa wadliwy wyrób z podajnika (4b) do zasobnika (8), a w przypadku braku defektu – do zasobnika (5), przy czym pozytywna/negatywna weryfikacja ma wpływ na parametry produkcyjne O-ringów w postaci regulacji prędkości podajników (4a) i (4b), regulacji z dokładnością do 0.3°C temperatury pracy ekstrudera wytwarzającego o-ringi.

3. Metoda umożliwiająca kontrolę uszczelek elastomerowych według zastrz. 2, **znamienna tym**, że został wykorzystany algorytm do optymalizacji charakteryzujący się tym, że komunikuje się z bazą danych umieszczoną w chmurze, a informacje z tej bazy danych przesyłane są do urządzenia wykonawczego transmisją bezprzewodową, a sygnały sterują temperaturą pracy ekstrudera. Ze względu na stopień skomplikowania systemu w infrastrukturze chmurowej zaimplementowano 4 flagi reprezentujące rodzaju błędu w oparciu o dane wizyjne: alarmu pojedynczego wystąpienia, kilkukrotnego błędu, masowego błędu, zatrzymania urządzenia wykonawczego, a w zależności od ilości wykrytych błędów regulowana jest temperatura ekstrudera w górę o 0,2°C dla wadliwych wyrobów w ilości co najmniej 1/80 wyrobów, o 0,6°C dla ilości co najmniej 1/40, o 1,2°C dla ilości co najmniej 1/20 i zatrzymanie pracy ekstrudera jeśli ilość defektów wystąpi dla co najmniej 1/10 przypadków.

## Rysunki

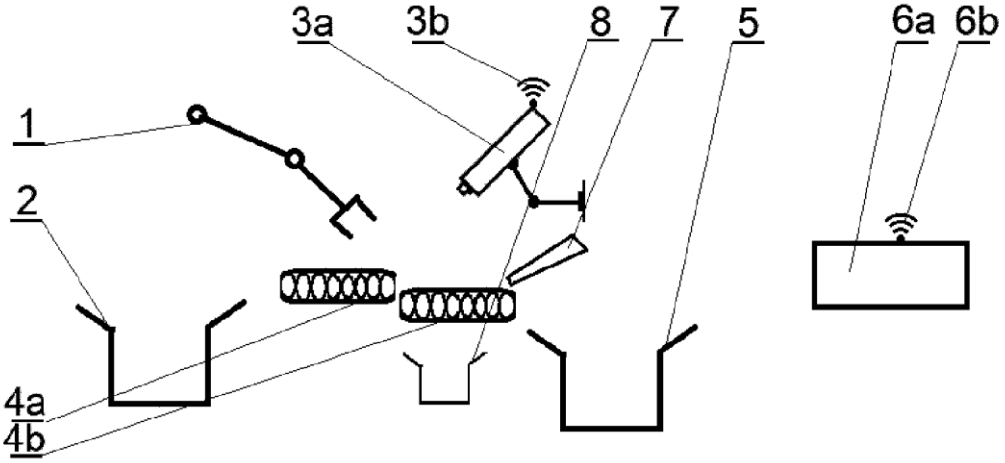


Fig. 1

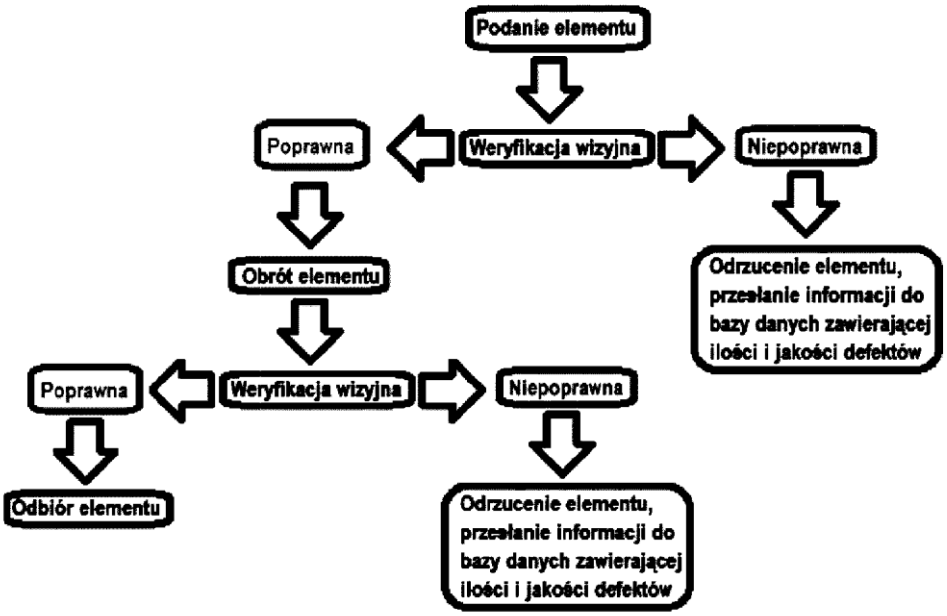


Fig. 2