

ポカヨケ

Poka Yoke

Wydanie 1

Zbigniew Huber

Wrzesień 2006

Wstęp

O czym myślisz kiedy kierujesz samochodem?

Czy przez cały czas jesteś skupiony na prowadzeniu samochodu i bacznie zwracasz uwagę na innych uczestników ruchu drogowego?

Nie sądzę...

Podobnie jest z pracownikiem (operatorem) na linii produkcyjnej. Nie jest możliwe aby był on przez cały czas pracy skupiony na tym co robi i nie popełniał błędów. Wtedy wielu określa to zjawisko „ludzkimi błędami wynikłymi z nieuwagi pracownika” i niestety wielu menadżerów / inżynierów uważa, że powstałe w skutek tego wady wyrobów to „wina pracownika”...

Nic bardziej błędnego!

Gdyby na miejscu tego pracownika pracował jakikolwiek menadżer czy inżynier to popełniał by te same błędy – a być może nawet więcej...☺

Dlatego też można stwierdzić, że w znakomitej większości przypadków **przyczyna błędów nie tkwi w ludziach lecz w systemie** (w metodzie pracy, stosowanych narzędziach, procedurach postępowania itd.).

Jeżeli przyjrzymy się uważnie procesowi powstawania wady to możemy stwierdzić że pomiędzy pomyłką a powstaniem wady jest prawdopodobne, że tą pomyłkę można wykryć i przez to nie dopuścić do powstania wady.

Urządzenia Poka-Yoke służą właśnie do tego, aby uniemożliwić lub ostrzec operatora i przez to natychmiast wykryć pomyłkę lub powstałą właśnie wadę.

Za twórcę Poka-Yoke (ang. „mistake-proofing”) uważa się japońskiego inżyniera Shigeo Shingo (1909-1990), który jednocześnie był wynalazcą metody SMED (szybkie przezbrajanie maszyn) oraz był jednym z kluczowych architektów słynnego systemu produkcyjnego Toyoty (TPS).

W 1961 roku zastosował pierwsze rozwiązanie Poka-Yoke przy montażu wyłącznika elektrycznego w fabryce Yamada Electric.

Następnie w latach 60tych i 70tych XX wieku Poka-Yoke było coraz częściej stosowane w zakładach w Japonii. W późniejszych dekadach pojawiło się w USA i Europie w pewnym zakresie.



Rodzaje urządzeń Poka-Yoke

Shingeo Shingo dzieli urządzenia Poka-Yoke ze względu na ich funkcje i stosowane metody¹:

1. Funkcje regulacyjne („regulatory functions”)
 - 1.1. Metody kontroli / sterowania („control methods”)
 - 1.2. Metody ostrzegania („warning methods”)
2. Funkcje ustawiające („setting functions”)
 - 2.1. Metody kontaktu („contact methods”)
 - 2.2. Metody ustalonej wartości („fixe value methods”)
 - 2.3. Metody koniecznego kroku („motion step methods”)

Ad.1.1 – Metody kontroli / sterowania

Metoda kontroli / sterowania polega na zatrzymaniu maszyny / procesu w przypadku wystąpienia wady. Wadliwy element należy następnie poprawić (lub usunąć) i ponownie uruchomić maszynę. Najczęściej spotykamy taki system gdy maszyna która wykonuje jakąś operację ma wbudowane funkcje kontrolne i zatrzymuje się jeżeli stwierdzi wadę w wyrobie / procesie.

Taki system jest efektywny z punktu widzenia eliminacji wad, ale czasem zatrzymywanie procesu może mieć negatywny wpływ na wydajność (bo ponowne uruchomienie maszyny jest czasochłonne itp.)

Wtedy należy rozważyć inne rozwiązania, aby nie zatrzymywać maszyny. Przykładowo można oznaczać wadliwy wyrób bez dłuższego zatrzymania maszyny i następnie ten wyrób usunąć / poprawić przed kolejnym etapem procesu.

Ad.1.2 – Metody ostrzegania

Ta metoda polega na ostrzeganiu operatora, że wystąpiła wada za pomocą alarmu dźwiękowego, świetlnego itp. Wadą tej metody jest to, że jeżeli operator nie będzie reagował na alarm to wady będą nadal powstawały.

Tą metodę należy stosować wtedy gdy nie możemy użyć pozostałych rozwiązań. Proszę także zwrócić uwagę, iż ważne jest w jaki sposób ostrzegamy operatora. Proszę się zastanowić nad rodzajami alarmów, kolorów alarmu (najlepiej stosować kolor czerwony lub podobne). Czasami okazuje się, że operatorzy mogą nie reagować na „alarm” jeżeli zastosuje się kolory lub dźwięk, które nie wyróżniają się od otoczenia.

Przykładowo pulsujące czerwone światło zwraca uwagę bardziej niż stale świecące światło koloru żółtego. Dodając do tego sygnał akustyczny można dodatkowo zwiększyć prawdopodobieństwo, że operator zareaguje szybko.

¹ “Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-yoke system” A.P.Dilton, Productivity Press. (tłumaczenie z “Zero Quality Control”, Singeo Singo, Japan Management Association,, 1985, Tokio)

Ad.2.1 – Metody kontaktu

Ta metoda polega na wykrywaniu określonych nieprawidłowości (zmian kształtu, koloru, wagi, temperatury itp.). Detekcja jest realizowana przez czujnik lub inny mechaniczny element urządzenia Poka-Yoke.

Przykładowo może to być odpowiednio zaprojektowane oprzyrządowanie, w którym są zamontowane elementy mechaniczne (wypustki, bolce, itp.) uniemożliwiające niepoprawne założenie elementu.

Mogą być także wykorzystane różnego rodzaju czujniki (wyłączniki krańcowe, czujniki zbliżeniowe, fotokomórki, detektory metalu, koloru itp.), które uniemożliwiają wykonanie przez operatora błędnych działań.

Ad.2.2 – Metody ustalonej wartości

Ta metoda polega na wykrywaniu błędów przez sprawdzenie ilości ruchów i/lub elementów w operacjach gdzie jest wymagane aby wykonać odpowiednią ilość ruchów lub użycia określonej ilości elementów.

W tym celu stosuje się różnego rodzaju liczniki wykonanych ruchów (np. ilości wywierconych otworów) lub przekazuje się do danej operacji określoną (wyliczoną) liczbę elementów (np. ilość śrub do wkręcenia do wyrobu)

Ad.2.3 – Metody koniecznego kroku

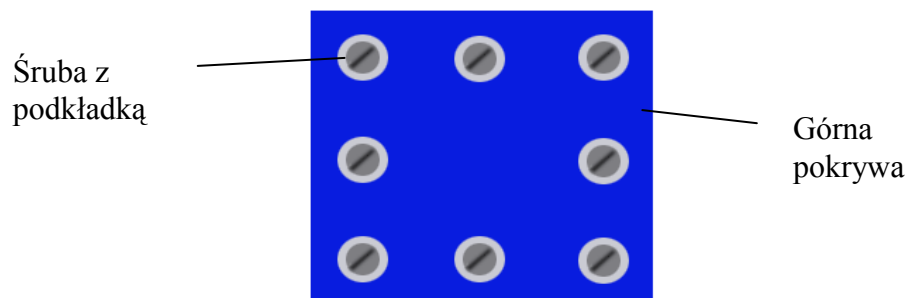
Ta metoda polega na wykrywaniu nieprawidłowości w przypadku gdy dany ruch ma być wykonany w określonym czasie lub określonej kolejności względem kolejnych operacji.

Przykładowo założmy, że wymagane jest aby operator pobrał element z pojemnika w określonym czasie (lub w określonej sekwencji) i zamontował go w wyrobie zanim wyrób opuści jego stanowisko pracy (na linii montażowej o wspólnym transporcie). W takim przypadku można wstawić czujnik pobrania elementu (fotokomórka, licznik, waga itp.) i jeżeli element nie zostanie pobrany od momentu wjazdu wyrobu na stanowisko aż do jego wyjazdu (w określonym czasie) to włącza się alarm i zatrzymuje transport.

Przykłady

Przykład 1: Montaż obudowy urządzenia (8 śrub i podkładek)

Operator ma za zadanie zamontować górną pokrywę urządzenia. Aby to wykonać musi położyć górną pokrywę wyrobu i kolejno wkręcić 8 śrub wraz z podkładkami za pomocą prostego wkrętaka elektrycznego.



Przed wprowadzeniem urządzenia Poka-yoke

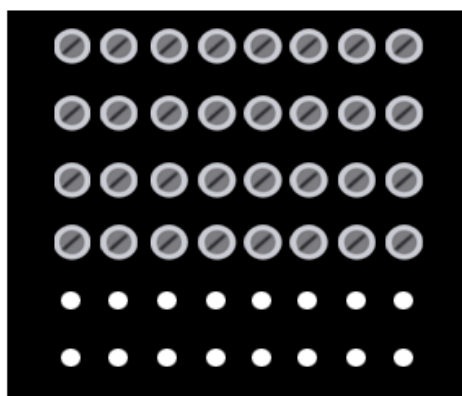
Operator pobiera śrubkę z pojemnika, nakłada podkładkę i wkręca do wyrobu. Tą operację wykonuje osiem razy. Następnie wizualnie sprawdza czy zamontował wszystkie 8 śrub.

Pojawiające się wady: Losowo pojawiające się braki śrub lub podkładek w obudowie

Po wprowadzeniu urządzenia Poka-yoke

Zastosowano dedykowaną do danego wyrobu tackę z otworami. Ilość otworów w jednym rzędzie jest taka sama jak ilość śrub wymagana dla jednego produktu (8).

Tacka jest pomalowana na kolor czarny aby brak śruby lub podkładki był łatwo zauważony przez operatora.



Operator pobiera kolejno śruby z uprzednio nałożonymi podkładkami z tacki i jeżeli wkręcił odpowiednią ilość śrub (8), to dany rząd jest pusty. Jeżeli jednak pozostała mu śruba na tacce to jest to sygnał, że pominięto wkręcenie śruby i należy to niezwłocznie poprawić.

Przykład 2: Wiercenie 16 otworów w metalowym półprodukcie

Operator ma za zadanie wywiercić 16 otworów w półprodukcie na wiertarce stołowej. Pozycje otworów są już uprzednio zaznaczone na elemencie, zadaniem operatora jest ustawić poprawnie element na stole i wykonać 16 otworów.

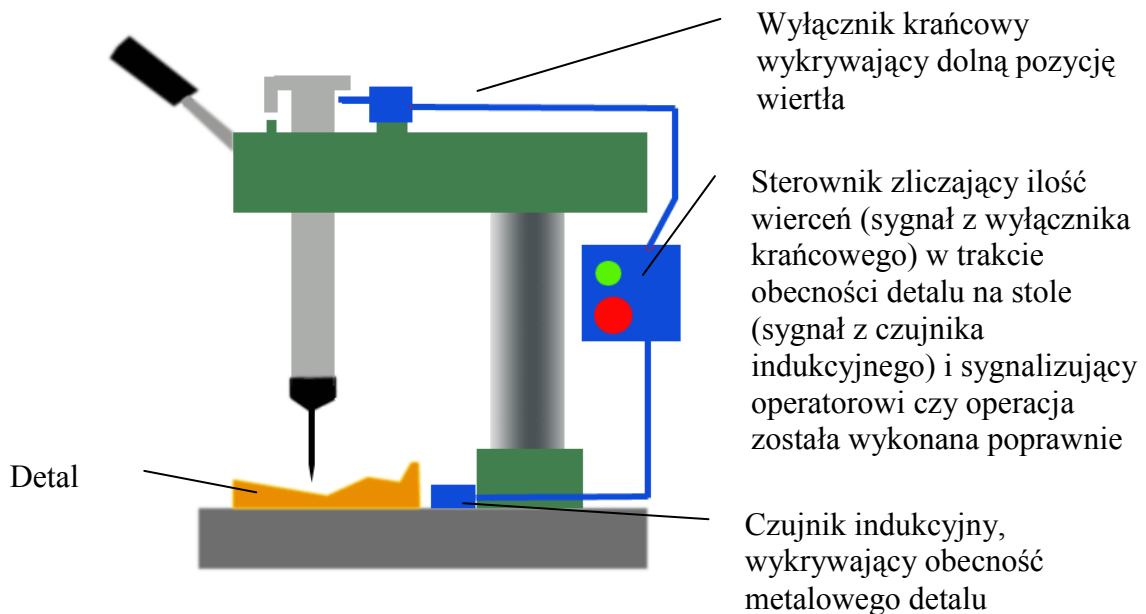
Przed wprowadzeniem urządzenia Poka-yoke

Operator kładzie element na stole i kolejno wykonuje 16 otworów, następnie wizualnie sprawdza czy wykonał wszystkie otwory i przekazuje detal do kolejnego procesu.

Pojawiające się wady: losowo zdarzające się braki otworów w detalach

Po wprowadzeniu urządzenia Poka-yoke

Na wiertarce zamontowano układ elektroniczny, który zlicza ilość wywierconych otworów w detailu. W przypadku wykonania 16 otworów zapala się zielona lampka, w przypadku niewłaściwej ilości włączana jest czerwona lampka. Po zmianie detailu sterownik rozpoczyna ponownie zliczanie ilości wierceń.



Proste sterowniki i czujniki nie są kosztowne a pozwalają na znaczne poszerzenie możliwości detekcji możliwych wad oraz sygnalizacji (sygnał dźwiękowy, optyczny, zatrzymanie linii lub danej maszyny itp.)

Przykład 3: Montaż elementów z uprzednio nałożoną pastą termiczną

Operator ma za zadanie zamontować 6 elementów do płytki elektronicznej uprzednio smarując pastą termiczną powierzchnie łączącą płytkę z tymi elementami

Przed wprowadzeniem urządzenia Poka-yoke

Operator pobiera element z pojemnika i szpachelką nakłada odpowiednią ilość pasty na element (z jednej strony). Następnie umieszcza go na powierzchni płytki elektronicznej i dokręca.

Podczas tego procesu operator musi zwracać uwagę, aby nie pominąć etapu nakładania pasty termicznej (która ma kolor przezroczysty).

Pojawiające się wady: Brak pasty termicznej na niektórych elementach.

Po wprowadzeniu urządzenia Poka-yoke

Zamiast pobierania elementów z pojemnika i ich smarowania pastą na stanowisku montażowym, wprowadzono dodatkowe stanowisko na którym operator nakłada elementy na plastikową tackę (6 w jednym rowku). Tacka ta jest posmarowana pastą termiczną przed położeniem elementów. Następnie tacka z elementami jest przekazywana do właściwego stanowiska montażowego.



Dzięki temu rozwiązaniu nie ma możliwości aby element nie był posmarowany pastą termiczną. Dodatkowo wydajność procesu montaż wzrosła o ok. 30% gdyż układanie elementów na tacce jest szybsze niż ręczne smarowanie każdego elementu oddzielnie.

Przykład 4: Montaż mniejszych elementów do podstawy.

Operator ma za zadanie zamontować 4 elementy do metalowej podstawy. Te elementy muszą być zamontowane w odpowiedniej pozycji względem podstawy tak aby w kolejnym procesie nie było problemów z osadzeniem kolejnych komponentów..

Przed wprowadzeniem urządzenia Poka-yoke

Operator montuje elementy zachowując szczególną uwagę co do pozycji elementu.

Pojawiające się wady: Elementy zamontowane w niewłaściwej pozycji mimo starań operatora.

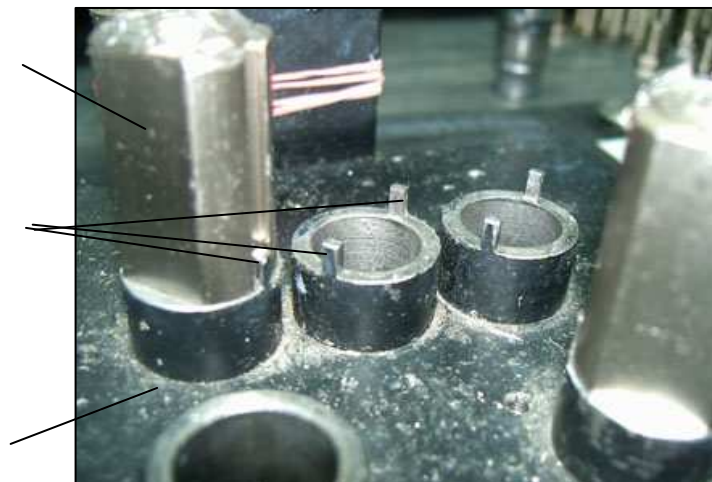
Po wprowadzeniu urządzenia Poka-yoke

Zastosowano specjalne oprzyrządowanie („jig”) do montażu wyrobu. Oprzyrządowanie to ma wbudowane urządzenie Poka-yoke uniemożliwiające niepoprawne ułożenie elementów w czasie montażu.

Element osadzony w oprzyrządowaniu

Element Poka-yoke uniemożliwiający niepoprawną instalację elementu

Oprzyrządowanie („jig”)



Podsumowanie

Urządzenia Poka-yoke pozwalają nam na znaczącą poprawę jakości procesów produkcyjnych i eliminację błędów. Ta metoda jest o wiele bardziej efektywna niż jakakolwiek kontrola wyrobu lub SPC i zalecam jej stosowanie zamiast innych form kontroli procesu / wyrobu tam gdzie to tylko możliwe.

Urządzenia Poka-yoke powinny być maksymalnie proste dlatego podczas ich projektowania proszę najpierw szukać prostych i tanich metod i proszę rozmawiać z pracownikami na linii produkcyjnej gdyż oni często znają wiele problemów i często też mają pomysły jak dany problem wyeliminować.

Proszę starać się tak projektować proces, aby operacje poprawne były wykonywane łatwo a operacje błędne były trudniejsze (to już może znacząco eliminować błędy). Jeżeli jakiegoś problemu nie możemy uniknąć to starajmy się sprawić aby jego wpływ był jak najmniejszy.

Czasem może się okazać, że rozwiązanie jakiegoś problemu może wymagać bardziej zaawansowanych urządzeń. Dlatego zalecam zapoznać się z możliwościami automatyki przemysłowej. Obecnie można kupić szereg czujników praktycznie każdej wielkości fizycznej oraz różnego rodzaju liczniki / programowalne sterowniki. To stwarza wielkie możliwości budowania urządzeń Poka-yoke.

Drogi czytelniku, mam nadzieję że przedstawiony artykuł wzbudził zainteresowanie i poszerzył wiedzę oraz że będzie przydatny w Twojej pracy.

Jeżeli jesteś zainteresowany praktyczni aspektami zarządzania jakością – zapraszam do zapoznania się z innymi artykułami i publikacjami dostępnymi na stronie <http://www.huber.pl>

Serdecznie pozdrawiam,
Zbigniew Huber