

AUTOMATYCZNE MANIPULATORY MALARSKIE

Przy produkcji wielkoseryjnej metalowych wyrobów powszechnego użytku istotne znaczenie ma jakość nakładanych powłok ochronnych i dekoracyjnych. Dodatkowego znaczenia wobec konkurencji firm zagranicznych nabiera obecnie funkcjonalność pokrycia i trwałość w założonym okresie użytkowania wyrobu oraz estetyka jego wykonania.

Automatyzacja procesów nakładania powłok wiąże się przede wszystkim z dążeniem do eliminacji bezpośredniego udziału człowieka w natryskowym nakładaniu powłok, z uwagi na wysoki stopień zagrożenia zdrowia trującymi i łatwopalnymi substancjami lotnymi, niebezpieczeństwo pożaru oraz z uwagi na specjalne wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy. Procesy nakładania powłok są pracochłonne, a ręczne manipulowanie pistoletem natryskowym w niebezpiecznym środowisku jest bardzo męczące, nużące i powoduje nierównomierność nakładanych powłok.

Obok tradycyjnych metod pokrywania metali rozwijają się nowe, dla których automatyzacja staje się z jednej strony koniecznością technologiczną, a z drugiej — umożliwia większą powtarzalność wyników produkcji i wyższą jakość wykonania. Rozszerza się zakres stosowania następujących rodzajów nakładania powłok, w których wymagane jest manipulowanie pistoletem natryskowym względem pokrywanego przedmiotu:

- malowanie natryskowe przy użyciu farb i lakierów (malowanie pneumatyczne, hydrodynamiczne i elektrostatyczne),
- natryskiwanie past i proszków do utworzenia powłok z tworzyw sztucznych,
- ciepłe natryskiwanie powłok metalowych i ceramicznych (metalizacja natryskowa),
- inne rodzaje nakładania powłok jak emaliowanie, malowanie farbami proszkowymi itp.

Automatyzacja procesów natryskowego nakładania powłok obejmuje następujące fazy i czynności:

- dostarczenie przedmiotów na stanowisko przenoszenia powłoki,
- przygotowanie powierzchni przed wytworzeniem powłoki,
- pozycjonowanie przedmiotu na początku cyklu właściwej obróbki,
- ustawienie przedmiotu (albo kontrolowana zmiana położenia — ruch transportowy i ruch roboczy) podczas procesu natryskiwania powłoki,
- ruchy robocze pistoletu natryskowego,

- wykończanie powierzchni przedmiotu po wytworzeniu powłoki,
- zdejmowanie przedmiotów i transport do dalszej obróbki.

Ponadto automatyzuje się m.in.:

- przygotowanie i dostarczenie materiału powłokowego,
- działanie instalacji zasilającej (pneumatycznej, elektrycznej) w cyklu procesu natryskiwania powłoki,
- kontrolę techniczną wytworzonych powłok.

Zastosowanie manipulatorów do malowania natryskowego dotyczy różnych rodzajów i wariantów procesu technologicznego, gdyż ich funkcje manipulacyjne są bardzo zbliżone w podstawowych rodzajach malowania: pneumatycznego, hydrodynamicznego i elektrostatycznego. Odległości wylotu pistoletu od malowanej powierzchni oraz prędkość względna przesuwu natrysku strumienia względem malowanej powierzchni powinny mieścić się w określonych granicach. Najczęściej zalecane są następujące wartości:

Rodzaj malowania natryskowego	Odległość [mm]	Prędkość [m/s]
pneumatyczne	150-200	0,5
elektrostatyczne	250-350	0,4
hydrodynamiczne	300-400	0,8

Kierunek osi pistoletu powinien być prostopadły do płaszczyzny stycznej do malowanej powierzchni w punkcie przecięcia z osią pistoletu. Ruch pistoletu może być posuwisto-zwrotny albo obrotowo-nawrotny, zależnie od rodzaju (kształtu) malowanej powierzchni. Malowanie przedmiotów o złożonych kształtach wymaga przestrzegania określonych zasad i sposobów prowadzenia i nakierowywania wylotu pistoletu (np. kierowania pistoletu pod kątem ok. 45° do głównej płaszczyzny malowania, ograniczania pola natrysku podczas malowania krawędzi od wewnątrz itp.).

Manipulatory zastosowane do natryskowego nakładania powłok spełniają w cyklu procesu malowania następujące podstawowe funkcje:

- odebranie sygnału, że przedmiot malowany znajduje się w pozycji początkowej,
- otwarcie zaworu na dopływie sprężonego powietrza,
- otwarcie zaworu na dopływie materiału malarskiego,
- przenoszenie pistoletu według programu,
- zamknięcie zaworu na dopływie materiału malarskiego,
- zamknięcie zaworu na dopływie sprężonego powietrza,
- powrót do położenia oczekiwania po zakończeniu cyklu.

Pod względem warunków prowadzenia procesów malowania natryskowego a zatem i warunków zainstalowania manipulatorów, odróżnić można:

- malowanie w kabinach zamkniętych (kabiny wielostanowiskowe),

- malowanie w kabinach półotwartych,
- malowanie na stanowiskach natrysku otwartego.

Malowanie natryskowe wykonywane jest zasadniczo w kabinach malarskich, przy czym w jednej kabinie mieści się większa liczba stanowisk malarskich, bardziej lub mniej zautomatyzowanych (w liniach automatycznych stosuje się zestawy urządzeń specjalnych). Przedmioty malowane są wprowadzane i wyprowadzane z kabiny na przenośniku podwieszonym lub rolkowym. Kabiny są wentylowane i zaopatrzone w natrysk wodny ścian. Zastosowanie manipulatorów na stanowiskach malowania ręcznego wymaga odpowiedniego uzupełnienia wyposażenia stanowisk w pistolety automatyczne zamiast ręcznych oraz elastycznie zautomatyzowane urządzenia transportowe (przystosowane do zmian asortymentu malowanych przedmiotów).

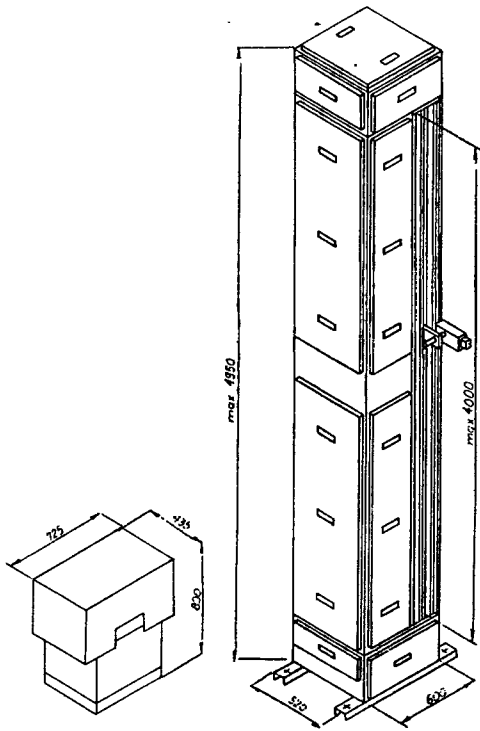
Urządzenia i podzespoły elektryczne manipulatorów czy części manipulacyjnej robotów, ich wyposażenia oraz wyposażenia urządzeń towarzyszących i urządzenia sterujące, znajdujące się w pomieszczeniach do malowania natryskowego, muszą odpowiadać obowiązującym przepisom dotyczącym wykonania przeciwwybuchowego oraz zestawowi norm, zależnie od stopnia - kategorii zagrożenia.

MANIPULATORY MALARSKIE

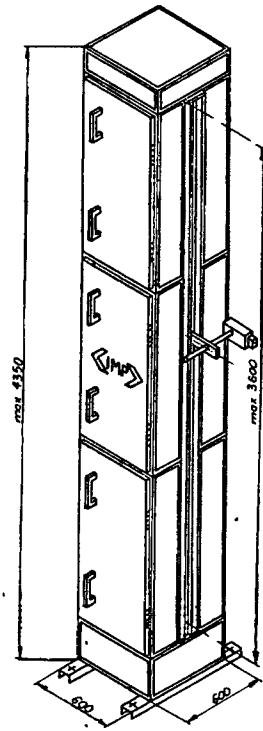
Instytut Mechaniki Precyzyjnej od wielu lat zajmuje się technologią procesów malowania, w tym zarówno urządzeniami do malowania natryskowego, osprzętem malarskim jak i środkami automatyzacji tych procesów. W wyniku zdobytych doświadczeń, szczególnie w pracach nad konstrukcją i wdrożeniami malarskich robotów przemysłowych, powstały w instytucie nowe konstrukcje manipulatorów malarskich o jednym stopniu swobody. Manipulatory te przeznaczone są do nanoszenia pokryć ochronnych w warunkach zagrożenia wybuchem (kategoria II) oraz przy dopuszczalnym stężeniu (NDS) wynoszącym 10 mg/m³. Szczególnie korzystne ekonomicznie jest stosowanie ich do malowania dużych i płaskich powierzchni (szerokość max. 3,6 m) przenoszonych transportem w pozycji pionowej lub poziomej. Manipulatory są wykonywane w następujących trzech wersjach:

- pionowy z napędem hydraulicznym (MMH),
- pionowy z napędem pneumatycznym (MMP-1),
- poziomy z napędem pneumatycznym (MMP-2).

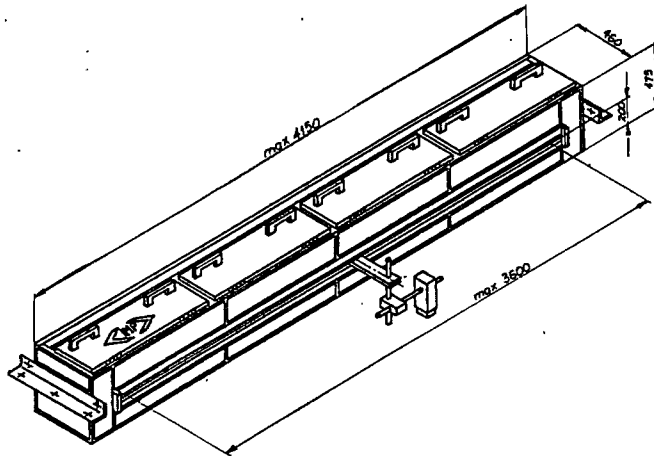
Manipulatory, zasilacz hydrauliczny i urządzenie do załączania energii elektrycznej posiadają budowę przeciwwybuchową do pracy w środowisku zagrożenia wybuchem i pożarem o stopniu ochrony IP 44, a cewka stosowanego elektrozaworu posiada stopień ochrony IP 65 wg DIN 40050. Ponadto budowa tych manipulatorów spełnia warunki normy PN-84/E-08107 określone symbolem Ex ib II BT 5, natomiast dla zasilacza hydraulicznego spełnione są wymagania Exd II BT 5, określone normą PN-83/E-08116.



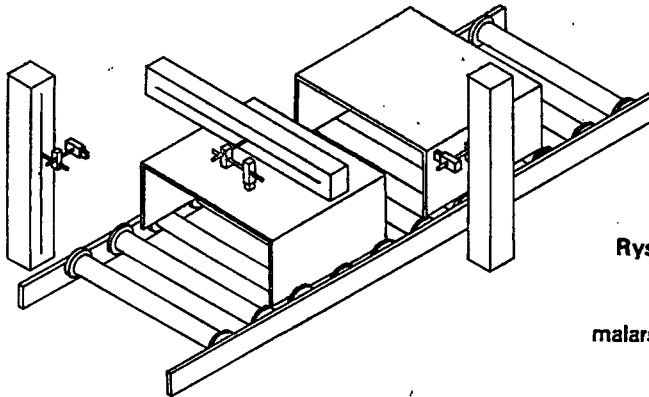
Rys. 1. Manipulator malarski MMH



Rys. 2. Manipulator malarski MMP-1



Rys. 3. Manipulator malarski MMP-2



Rys. 4. Stanowisko
z trzema
manipulatorami
malarskimi typu MMP

Manipulatory mogą być łączone w dowolne zestawy w zależności od potrzeb, a ich konstrukcja modułowa umożliwi wykonanie danego typu manipulatora o skoku roboczym optymalnym do konkretnego wdrożenia. Na rys. 4 przedstawiono przykład zestawionego stanowiska do malowania trzech różnych powierzchni z wykorzystaniem trzech manipulatorów.

Konstrukcja manipulatorów malarskich zapewnia automatyzację następujących czynności procesu nakładania powłok i jego kontroli:

- identyfikację powierzchni (szerokości przedmiotu) do malowania,
- załączenie pistoletu lakierniczego tylko w strefie malowania,
- zatrzymanie napędu manipulatora przy przerwach większych niż 1 m między kolejnymi powierzchniami do malowania,
- wyłączenie pistoletu w przypadku zatrzymania transportera przemieszczającego przedmioty do malowania.

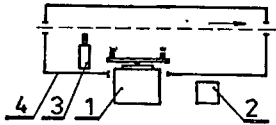
Konstrukcja manipulatorów daje możliwości spełnienia dodatkowych wymagań wynikających z konkretnego procesu malowania, np. sygnalizację wyczerpania się materiału malarskiego.

Charakterystyki techniczne tych manipulatorów przedstawiono w tabeli zamieszczonej poniżej. Manipulatory mogą być wyposażone w sprzęt lakierniczy dowolnego producenta w zależności od potrzeb, ceny czy życzenia zamawiającego.

Wielkość skoku przedmiotu przemieszczającego się do malowania i z zakresu ruchu pistoletu lakierniczego ustalane są (w zależności od konkretnego wdrożenia) za pomocą przełączników krańcowych lub przełączników bezstykowych (np. czujniki pneumatyczne, fotokomórki) dających sygnał do rozpoczęcia procesu po osiągnięciu początkowej krawędzi malowania. Sygnały te sterują także włączaniem i wyłączaniem natrysku pistoletów lakierniczych w punktach zwrotnych i ewentualnych dużych otworach występujących w malowanym przedmiocie, zapewniając w ten sposób bardzo oszczędną gospodarkę materiałami malarskimi.

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ

Manipulator malarski o jednym stopniu swobody przeznaczony jest do odwrotzania ruchów ręki człowieka, realizującej wahadłowe ruchy pistoletem lakierniczym. Zastępuje on człowieka pracującego w trudnych i szkodliwych dla zdrowia warunkach środowiska lakierni oraz zapewnia stałą powtarzalność zaprogramowanego programu (nie występuje problem zmęczenia lakiernika wynikająca z monotonii pracy). Ponadto zastosowanie manipulatorów pozwala na zmniejszenie ilości od-sysanego powietrza w kabinach w stosunku do kabin z załogą ludzką (ograniczenie emisji do atmosfery). Manipulatory w porównaniu z robotami malarskimi są o wiele mniej uniwersalne, ale za to są dużo tańsze, mniej zawodne i łatwiejsze zarówno w eksploatacji, programowaniu jak i konserwacji. Manipulatory znajdują szczególnie ekonomiczne uzasadnienie w stosowaniu ich w produkcji masowej, ze względu na dużą prędkość ruchów wahadłowych pistoletów lakierniczych, pozwalających nakładać powłoki na przedmioty przemieszczające się na szybkich transporterach.



Rys. 5. Stanowisko malowania ścian i podłóg przyczep: 1 - manipulator hydrauliczny MMH, 2 - zasilacz hydrauliczny manipulatora, 3 - układ inicjujący proces malowania, 4 - kabina malarska z przenośnikiem jednotorowym podwieszonym.

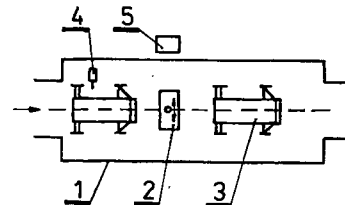
STANOWISKO MALOWANIA ŚCIAN I PODŁÓG PRZYZCZEP

Stanowisko zrealizowane w Sanockiej Fabryce Autobusów przeznaczone jest do malowania hydrodynamicznego dwóch detali z blach. Pionowy manipulator malarski MMH (z napędem hydraulicznym) wyposażony w dwa pistolety lakiernicze firmy de Vilbiss, ustawiony jest w kabinie malarskiej OD 1/45. Gotowe do malowania detale są poza kabiną ręcznie podwieszane na transporter podwieszony. Następnie

w kabinie przemieszczające się detale są malowane po uprzednim wykryciu ich przez czujniki układu inicjującego proces malowania. Na rys. 5 przedstawiono schemat stanowiska.

STANOWISKO MALOWANIA PODWOZI I CIĄGNIKÓW

Stanowisko zrealizowane w ZM "Ursus" przeznaczone jest do nakładania emalii gruntowej na podwozia ciągników. Poziomy manipulator malarski MMP-2 (z napędem pneumatycznym) wyposażony w pistolet lakierniczy firmy de Vilbiss, usytuowany został z zaadapt-



Rys. 6. Stanowisko malowania podwozi ciągników: 1 - kabina malarska z przenośnikiem, 2 - manipulator malarski o ruchu poziomym MMP-2, 3 - podwozie ciągnika, 4 - układ inicjujący malowanie, 5 - pneumatyczny układ sterowania manipulatorem

Charakterystyka techniczna manipulatorów malarskich

Lp.	Wielkość	Typ MMH	Typ MMP-1	Typ MMP-2
1.	Rodzaj napędu	hydrauliczny	pneumatyczny	pneumatyczny
2.	Pozycja pracy	pionowa	pionowa	pozioma
3.	Prędkość robocza	0,25-1,00 m/s	0,3-1,2 m/s	
4.	Udźwig (max. masa osprzętu)	15 kg	20 kg	30 kg
5.	Skok roboczy (stały)	990-4000 mm	min. 1200 mm - max. 3600 mm	
6.	Ciśnienie robocze napędu	max. 9 MPa	0,5- 0,6 MPa	
7.	Regulacja prędkości	bezystopniowa	6 stopniowa lub bezstopniowa ¹⁾	
8.	Nierównomierność prędkości	15%	10%	8%
9.	Zasilanie napędu	3x380 V, 50 Hz	sprężone powietrze z sieci zakł.	
10.	Pobór mocy/powietrza	3 kW	max. 220 l/min. przy 0,5 MPa	
11.	Sterowanie malowaniem	pneumatyczne + przetwornik (elektrozawór) ²⁾		
12.	Ciśnienie powietrza sterującego	0,4 MPa		
13.	Pobór mocy cewki elektrozaworu	7,5 VA; 220 V, 50 Hz		
14.	Pobór powietrza do sterowania	10 l/min przy 0,4 MPa		
15.	Zakres temperatury otoczenia	+5° - +40°C	-15°C - +50°C	
16.	Masa manipulatora ³⁾	300-400 kg	200-250 kg	
17.	Masa zasilacza hydraulicznego	200 kg	nie występuje	

- 1) Sześciostopniowa przy sterowaniu zdalnym, z bezstopniowa przy sterowaniu bezpośrednim.
- 2) Przetwornik (elektrozawór) służy do uruchamiania transportera przemieszczającego detale do malowania i sterowania pracą pistoletu lakierniczego.
- 3) Masa manipulatora zależna jest od jego skoku roboczego (zakresu ruchu pistoletów lakierniczych).

owanej kabiny malarskiej LH-1347. Gotowe do malowania podwozia są poza kabiną ręcznie podwieszane na transporter. Następnie w kabiny podwozie przemieszczające się nad manipulatorem uaktywnia układ inicjujący, który uruchamia mechanizm zegarowy włączający pistolet lakierniczy na nastawiony czas pracy. Kolejne przemieszczające się na transporterze podwozie wznawia cykl nakładania emalii gruntowej. Schemat stanowiska przedstawiono na rys. 6.

UWAGI KOŃCOWE

Należy pamiętać, że do otrzymania dobrego i właściwego pokrycia malarskiego niezbędne jest spełnienie trzech zasadniczych warunków: odpowiednie oczyszczenie podłoża, dobór właściwego zestawu farb i właściwy sposób naniesienia ich na malowany przedmiot.

Zastosowanie manipulatorów do natryskowego nakładania powłok zazwyczaj nie eliminuje całkowicie czynności pomocniczych wykonywanych przez operatora, jak malowanie uzupełniające, a także wymiana zbiorników z materiałem malarskim, czyszczenie pistoletu, itd. Czynności te powinny być jednak ograniczone do minimum tak, ażeby ich wykonawcą mógł być jeden operator, sprawujący równocześnie kontrolę nad zautomatyzowanym stanowiskiem.

W praktyce przemysłowej manipulatory malarskie najkorzystniej i dość łatwo mogą być stosowane do malowania wyrobów o kształtach zbliżonych do brył obrotowych, dużych płaszczyzn (np. blach w arkuszach), kształtowników walcowanych i dużych wyrobów o nieskomplikowanych kształtach.