

AUTOMATYCZNY SYSTEM TRANSPORTOWY

W artykule autorzy zaprezentowali automatyczny system transportowy współpracujący z nowoczesną lakiernią proszkowa. Systemy transportu międzyoperacyjnego są jednym z najważniejszych elementów linii malarskich. Od właściwie dobranego systemu transportu zależą takie parametry jak wydajność linii, jakość powłoki malarskiej oraz maksymalne wymiary detali, które możemy pomalować. Do malowania podzespołów, zastosowano przyjazną dla środowiska technologię elektrostatycznego malowania farbami proszkowymi z poprzedzającym procesem przygotowania powierzchni detalu, w których zastosowano innowacyjne rozwiązania techniczne i technologiczne.

WSTĘP

Automatyczny system transportowy współpracujący z nowoczesną lakiernią proszkowa wdrożono w firmie, która posiada prawie 30 letnie doświadczenie w produkcji sprzętu AGD. [14] Podstawowymi atutami pozwalającymi osiągać wysoką, jakość produktów tej firmy są nowoczesne maszyny i urządzenia do obróbki blach oraz doświadczeni pracownicy.[7],[10] Produkty wykonane są zgodnie z europejskimi i polskimi normami dotyczącymi bezpieczeństwa użytkowania, a także spełniają wymagania ergonomii i ekologii.[19],[22],[23],[16]

Najważniejszym celem każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego jest dostarczanie produktów spełniających standardy techniczne oraz wymagania rynkowe polegające na uwzględnieniu potrzeby Klientów tak, aby ich zadowolenie przyczyniało się do rozwoju i umacniania pozycji firmy na rynku.[17] [4],[5] Powyższy cel realizowany jest poprzez działania w następujących kierunkach:

- ciągle doskonalenie personelu, skuteczności i efektywności systemu jakości oraz produkowanych wyrobów;
- określenie i monitorowanie celów oraz jakości procesów;
- monitorowanie i/lub pomiar procesów, które gwarantują jakość wyrobu poprzez zapewnienie zgodności poszczególnych faz procesów z uwzględnieniem ograniczeń związanych z ochroną

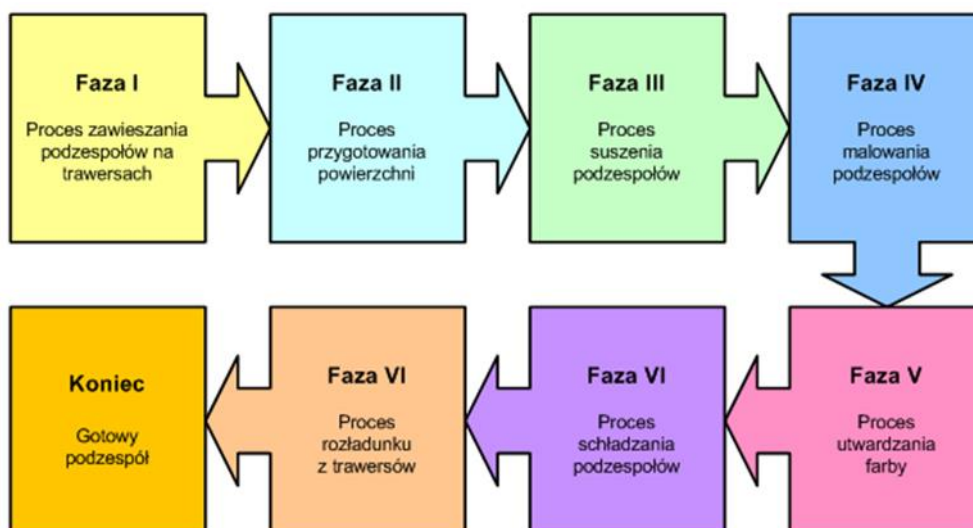
środowiska naturalnego i wynikających z przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy;

- wdrażanie technologii proekologicznych.

1. PROEKOLOGICZNY PROCES TECHNOLOGICZNY MALOWANIA PROSZKOWEGO

Wdrożony w firmie proekologiczny proces technologiczny elektrostatycznego malowania farbami proszkowymi odbywa się w nowoczesnej automatycznej linii zgodnie z cyklem przedstawionym na Rys.1. W wyniku przejścia wszystkich faz proekologicznego procesu technologicznego malowania proszkowego z wykorzystaniem automatycznego systemu transportowego, na którym zawieszono detale otrzymujemy odpowiednią jakość, długotrwałą eksploatację oraz trwałe użytkowanie. [18],[19],[20] Odbiór jakościowy podzespołów wykonanych w technologii elektrostatycznego malowania farbami proszkowymi polega na sprawdzeniu określonych wartości żądanych przez klienta. [6],[2] Wychodząc na przeciw oczekiwaniom klienta firma przyjmuje sprawdzenie procentowe ilości pomalowanej partii poprzez skontrolowanie wartości mikronów nałożonej powłoki, przyczepności powłok malarskich.[9],[8] Detale przyjmuje się, jako dopuszczone do eksploatacji, jeżeli spełniają minimum założone przed procesem technologicznym. [12][13]

Urządzenia wykorzystane we wdrożonej proekologicznej tech-



Rys. 1. Fazy proekologicznego procesu technologicznego malowania proszkowego podzespołów (detali)

nologii do malowania proszkowego detali:

1. Automatem kabina Super Cube wykonana z PVC.
2. Układ odzysku.
3. Pompa perystaltycznej – transport farby.
4. Centrum zasilania w farbę Powder Center, z niskociśnieniowym dozowaniem świeżej farby IP 5000 Manipulatory.
5. Pistolety natryskowe automatyczne i ręczne.
6. Układ sterowania i programowania Profitech M.
7. Pięciostrefowa myjka natryskowa.
8. Suszarka do suszenia po myciu i piec do utwardzania farby proszkowej.
9. System detekcji ognia w kabinach.
10. Automatem system transportowy podzespółów (patrz punkt 2)

2. AUTOMATYCZNY SYSTEM TRANSPORTOWY

Systemy transportu międzyoperacyjnego są jednym z najważniejszych elementów linii malarskich. Od właściwie dobranego systemu transportu zależą takie parametry jak wydajność linii, jakość powłoki malarskiej oraz maksymalne wymiary detali, które możemy pomalować.

Konstrukcja nośna systemu transportu automatycznego współpracującego z lakiernią proszkową opiera się na słupach wykonanych z profilu kwadratowego 90x90 wykonanych w systemie tzw. bramek lub szubienic, górna nośna belka jest wykonana z profilu kwadratowego 60x60. Znaczną część podwieszenia transportu stanowią konstrukcje nośne urządzeń. W systemie transportowym znajduje się ok 178m łańcucha o podziałowej haków 270mm. Po między hakami zamocowano na szklach grzebienie, na których z wykorzystaniem zawieszek wieszane są detale. Na każde z ogniw łańcucha składa się cztery rolki jezdne oraz jedna rolka prowadząca łańcuch w torze transportowym.

Łańcuch porusza się w torze o wymiarach 68x60x4, poszczególne łuki pionowe, poziome i tory proste łączone są z wykorzystaniem kołnierzy. Łuki poziome są wykonane w promieniu $r=1000\text{mm}$, posiadają kąty 90 (poziome), łuki pionowe są wykonane w kątach 300 i 150. Napinanie łańcucha odbywa się z wykorzystaniem cylindrów pneumatycznych, reagujących w sposób automatyczny, oraz zaworów redukcyjnych i manometru.

Na jednym z torów prostych zamontowano stacje napędową o prędkości nominalnej $v=1-1,4\text{ m/min.}$, wyposażoną w motoreduktor SEW, sprzęgło cierne oraz licznik impulsów łańcucha, liczony, co 30mm.

Smarowanie łańcucha odbywa się przy wykorzystaniu jednej stacji smarującej. Smarowanie jest realizowane poprzez pneumatyczne rozpylanie oleju, w sposób impulsowy, precyzyjnie w wyznaczony punkt. Pojemność zbiornika oleju 2,8 litra oleju o odporności na wysoką temperaturę.

Komponenty przenośnika są wykonane z wysokiej, jakości ma-

teriałów, zużycie praktycznie będzie niezauważalne. Przenośnik zamontowano ponad urządzeniami, które mogłyby zanieczyścić przenośnik (myjka, kabina) tym samym, nie przewiduje się potrzeby czyszczenia elementów przenośnika. W piecu i suszarce tory transportowe nie będą pokryte powłoką lakierniczą ze względu na ciągłe występowanie wysokiej temperatury.

Przenośnik kontrolowany jest ze szafy sterowniczej, wspólnej dla myjki i transportu, na której umieszczono wyświetlacz PLC, na którym jest aktualna prędkość, ewentualnie tryby, w których znajduje się przenośnik.[1], [11][15] Z tego panelu również odbywa się regulacja prędkości w zakresie $1\div 1,4\text{ m/min.}$, oraz wybór kierunku ruchu przenośnika, w trybie serwisowym możliwe jest wycofanie. Nad poprawnością systemu działa sterownik SIEMENS. Na szafie oraz w wybranych, istotnych dla bezpieczeństwa miejscach są zamontowane wyłączniki stopowe.[3],[24][25] Każde uruchomienie jazdy przenośnika sygnalizowane jest świetlnie i dźwiękowo.[21]

3. CHARAKTERYSTYKA PODZESPÓŁÓW PRZEZNACZONYCH DO MALOWANIA

Maksymalne wymiary podzespółów: (dł./szer./wys.) **900/600/520** [mm], długość zawieszki: ok **700**mm. Założono że detale będą zawieszane jeden pod drugim na trawelsach, co obrazuje załączony Rys. 2. Maksymalne wymiary podzespółu jaki będzie możliwy do pomalowania w cyklu automatycznym to **900/600/1500** [mm] (dł./szer./wys.)

- materiał przeznaczony do malowania, bez ognisk korozji, zndry i śladów składowania w tym uszkodzeń mechanicznych (wgnieceń, zadziarów, przerwań itp.),
- sposób zawieszania detali na zawieszkach technologicznych (trawelsach) stabilny, gwarantujący swobodny odpływ i odparowanie środków chemicznych przez otwory technologiczne oraz utrudniający możliwość powstania miejsc bezodpływowych

W wyniku przedstawianych powyżej wymagań zaimplementowano system transportu automatycznego o obciążeniu haka do 100 kg, prędkość nominalna 1-1,4 m/min. Podziałka haków transportowych **a=270mm**, wysokość toru transportowego **od 2700 do 3400mm** w zależności od miejsca pomiaru.

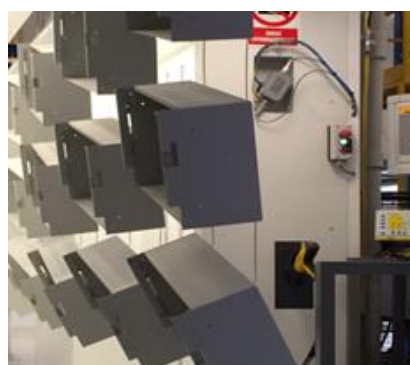
Czynniki technologiczne:

Energia elektryczna

- napięcie zasilania - 3x400/230V + N:50Hz
- napięcie sterowania - 230V;50Hz,
- moc zainstalowana - ~45 kW bez kabiny

Sprężone powietrze,

- ciśnienie - 4,5 ÷ 6,0 bar
- stopień czystości - 99,8 [%]
- punkt rosy - +5 [°C]
- zawartość oleju - bezolejowe
- zapotrzebowanie - ~110m³/h.



Rys. 2. Mocowanie detali przeznaczonych do malowania na zawieszkach technologicznych

Gaz PROPAN BUTAN

- zapotrzebowanie - max. 70 l/h -rozruch
- min. 45 l/h – praca ciągła

Woda przemysłowa

- ciśnienie - 2,0 ÷ 3,0 bar
- zapotrzebowanie:
 - do napełnienia zbiorników ~12 m³
 - ciągle ok. 25 l/godz.

Proces technologiczny oparto na założeniach firmy HENKEL, CHEMETALL.

Autrzy w artykule przedstawili nowoczesną linię malowania proszkowego. Przygotowanie powierzchni detali polega na: automatycznej obróbce z użyciem nowo-opracowanych innowacyjnych preparatów firm: Henkel lub Chemetall. Technologia firmy Henkel opiera się na nowo opracowanym cyrkonowym preparacie „Bonderite M-NT 2011”, natomiast technologia firmy Chemetall bazuje na silanowym środku „Oxilan 9807”.

Czas wykonywanych operacji proekologicznego procesu technologicznego malowania proszkowego podzespołów

1. Załadunek detali na system transportowy – V=1 m/min nominalnie 1,4 max
2. Otluszczanie żelazowe natryskowe, temp. 40-50°C, czas 3 min., poj. 4 m³,
3. Płukanie natryskowe wodą sieciową, temp. otoczenia, czas 1-2 min., poj. 2 m³,
4. Płukanie natryskowe wodą Demi, temp. otoczenia, czas 1-2 min., poj. 2 m³,
5. Silany na bazie wody DEMI, temp. otoczenia, czas 1-2 min., poj. 2 m³,
6. Płukanie natryskowe wodą Demi, temp. otoczenia, czas 1-2 min., poj. 2 m³,
7. Suszenie – 15 min
8. Ochładzanie naturalne -10 min
9. Malowanie proszkowe – ok.3 min
10. Polimeryzacja farby proszkowej- 20 min
11. Ochładzania naturalne – 30 min
12. Rozładunek.

PODSUMOWANIE

Nowa proekologiczna technologia produkcji posiada wiele elementów techniczno-technologicznych kwalifikujących ją do miana najlepszych dostępnych technik wytwarzania w dziedzinie powłok ochronno-dekoracyjnych. Należą do nich:

- zastosowane farby proszkowe do wytwarzania powłok ochronno-dekoracyjnych, dzięki czemu w 100% ograniczono emisję rozpuszczalników organicznych do atmosfery,
- przygotowanie detali w oparciu o innowacyjną ekologiczną technologię (BONDERITE M-NT lub OXILAN 9807),

W wyniku przejścia wszystkich faz proekologicznego procesu technologicznego malowania proszkowego z wykorzystaniem automatycznego systemu transportowego, na którym zawieszono detale gwarantuje odpowiednią jakość, długotrwałą eksploatację oraz trwałe użytkowanie.

Implementacja nowego procesu techniczno-technologicznego automatycznej linii malowania proszkowego w firmie zapewniła wzrost jej konkurencyjności na rynku wykorzystując najlepsze na świecie techniki wytwarzania.

BIBLIOGRAFIA

1. Badila M., Jocham Ch., Zhang W., et al. Powder coating of veneered particle board surfaces by hot pressing. Progress in

Organic Coatings. Volume: 77, Issue: 10, Special Issue: SI, Pages: 1547-1553, Published: OCT 2014.

2. Bril J., Łukasik Z., Szajowska K. Automatyczna identyfikacja w łańcuchu dostaw Logistyka 3/2013
3. Kozyra, J. "Production of renewable energy in Poland and the European Union" Proceedings of the VI National Seminar on Renewable Energy Sources, Radom. 2010.
4. Z Łukasik, S Olszańska Optymalizacja zarządzania flotą transportową jako istotny element dyspozycji środkami transportu Logistyka 4/2015
5. Kuśmińska-Fijałkowska A., Łukasik Z.: Efekty wynikające z wdrożenia Systemu Zarządzania Jakością. Logistyka 2014 (in Polish).
6. Lafabrier A., Fahs A., Louarn G., et al. Experimental evidence of the interface/interphase formation between powder coating and composite material. Progress in Organic Coatings, Volume: 77, Issue: 7, Pages: 1137-1144, Published: Jul 2014.
7. Łukasik Z., Kuśmińska-Fijałkowska A., Nowakowski W.: Ecological powder coating technology based on innovative solutions. Publication in International. Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET), Volume 5, Issue 9,(September 2014) issue of the journal based on the Recommendation of the Editorial Board without any specific corrections in the content. Journal Impact Factor (2014): 7.8273 Calculated by GIS I ISSN Print: 0976-6480 ISSN Online: 0976-6499 pp. 26-30, Article ID 20120140509004
8. Manjunatha S., Basavarajappa S.: Effect of powder particle size on wear resistance of plasma sprayed molybdenum coating. Proceedings of the Institution Of Mechanical Engineers Part J: Journal Of Engineering Tribology, Volume: 228, Issue: 7, Pages: 789-796, Published: Jul 2014.
9. Powder coating By: [Anonymous] Materials Performance, Volume: 53, Issue:9, Pages: 40-40, Published: SEP 2014.
10. Przerembel S., Krzyszowski A.: Organizacja transportu w usłudze logistycznej zakładu produkcyjnego Logistyka 3/2012
11. Łukasik, Zbigniew, Waldemar Nowakowski, and Aldona Kuśmińska-Fijałkowska. "Zarządzanie bezpieczeństwem infrastruktury krytycznej."Logistyka 4 (2014): 758-763..
12. Wagner.: Stationary line of automatic powder coating - elaborated for the MAAN Company (in Polish).
13. Wang Z., Morris C. L., Bacon J. D. et al. A double-helix neutron detector using micron-size B-10 powder Nuclear Instruments & Methods In Physics Research Section A-Accelerators Spectrometers Detectors And Associated Equipment, Volume: 764, Pages: 261-267, Published: Nov 11 2014.
14. www.maan.pl
15. Sami Abualnoun Ajeel, Abdul Raheem. K. Abid Ali, Murtadha Abdulmueen Alher: Ni Ion Release of Tio2 and Tio2 / Hydroxylapatite Composite Coatings Formed on Niti Shape Memory Alloy Produced by Powder Metallurgy. International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET), Volume 4, Issue 2, 2013, pp. 86-99, ISSN Print: 0976-6340, ISSN Online: 0976-6359
16. Senderowski C.: Nanocomposite Fe-Al Intermetallic Coating Obtained by Gas Detonation Spraying of Milled Self-Decomposing Powder. Journal of Thermalspray Technology, Volume: 23, Issue: 7, Pages:1124-1134, Published: Oct 2014.
17. Kuśmińska-Fijałkowska, A., Łukasik Z. Koordynowanie działań w organizacji w odniesieniu do systemu zarządzania jakością, Logistyka 3 (2014): 3570-3576.
18. Łukasik Z., Kuśmińska-Fijałkowska A., Nowakowski W. "Europe's energy efficiency requirements for household appliances." Przegląd Elektrotechniczny 91 (2015): 194-196.

19. Kuśmińska-Fijałkowska, A., Łukasik Z. Ecodesign requirements for the need for the use of household appliance, *Logistyka* 6/2014
20. Kozyra J., Warchoń R. Wykorzystanie energoelektronicznych systemów zasilania gwarantowanego AC w elektroenergetyce, *Logistyka* 6/2014
21. Kozyra J, Kuśmińska-Fijałkowska A. Elementy liniowej logistyki stosowane w zabezpieczaniu obiektów zagrożonych wybuchem, *Logistyka* 4/2014
22. Zakrzewski B. "Elektryczna Stal" *AUTOMOBILISTA* 3/2015
23. Brdulak J., Pawlak P., Krysiuk C., Zakrzewski B. Podstawowe teorie lokalizacji działalności gospodarczej oraz znaczenie czynnika transport, *Logistyka* 5/2014
24. Łukasik, Z., Kozyra, J. & Kuśmińska-Fijałkowska, A. Efektywne ograniczanie zużycia energii elektrycznej w zakładach przemysłowych. *TTS Technika Transportu Szynowego* 12/2015, 2702–2706 (2015).
25. Olczykowski, Z., and J. Wojciechowski. "Pomiary podstawowych parametrów jakości energii elektrycznej z wykorzystaniem mierników wirtualnych." *Prace Naukowe Politechniki Radomskiej, Elektryka* 2.
26. Cielecki, J., Kwiecień, K., Płusa, S., & Wojciechowski, J. (2009). Synoptyczna wizualizacja parametrów energii elektrycznej. *Logistyka*, CD-CD.

AUTOMATIC TRANSPORT SYSTEM

The article actors presented the automatic transport system cooperating with a modern powder paint shop. Intermediate transport systems are one of the most important elements of painting lines. Since properly selected transport system depends on such parameters as line efficiency, quality of paint coating and poppy-therefore maximum dimensions of details that we can paint for painting parts, used environmentally friendly technology, electrostatic powder coating with the preceding process of preparing the surface of the work-piece, using innovative solutions technical and technological

Autorzy:

Prof. dr hab. inż. **Zbigniew Łukasik** – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu Wydział Transportu i Elektrotechniki.

dr inż. **Aldona Kuśmińska-Fijałkowska** - Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu Wydział Transportu i Elektrotechniki

dr inż. **Jacek Kozyra** - Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu Wydział Transportu i Elektrotechniki.