

DOSKONALENIE KONTROLI JAKOŚCI W PRODUKCYJNYCH PROCESACH APARATUROWYCH

Ryszard BIELSKI , Radosław DROZD

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie kluczowych możliwości wykorzystania kontroli jakości w doskonaleniu produkcyjnych procesów aparaturowych, na podstawie badań, przeprowadzonych u producenta farb proszkowych przedsiębiorstwa X w sferach: dostarczanych materiałów do produkcji, głównego procesu produkcji, finalnego produktu. Dzięki przeprowadzonym badaniom można było wskazać miejsca, w których niezbędne było doskonalenie kontroli jakości w procesie aparaturowym, jak również określić zakres tej kontroli.

Słowa kluczowe: doskonalenie kontroli jakości, procesy aparaturowe, procesy produkcyjne, surowce

1. Wstęp

XXI wiek oznacza dla przedsiębiorstw produkcyjnych gwałtowne zmiany w zakresie wprowadzania nowych rozwiązań: komunikacyjnych, technicznych, informacyjnych a także zmieniających się ciągle preferencji potencjalnych klientów. Jednym z istotnych celów funkcjonowania przedsiębiorstw jest zwiększenie ich konkurencyjności, wydajności, efektywności pracy a także ciągłego stałego podnoszenia poziomu jakości.

We współczesnych przedsiębiorstwach produkcyjnych kontrola jakości odgrywa bardzo istotną rolę. Jest czynnikiem w kreowaniu zasad organizacji i funkcjonowania przedsiębiorstw.

Kontrola jakości jest efektem przyjętej zasady, iż ostatecznym weryfikatorem produktu jest klient [1]. Klient kieruje się przy ocenie jakości produktu swoim doświadczeniem, uprzedzeniami, chwilowymi emocjami, a także zasłyszczanymi opiniami, które w finalnej kwestii spełniają jego wymagania [2].

Doskonalenie kontroli jakości daje gwarancję zmaksymalizowania eliminacji produktów niezgodnych z wyznaczonym standardem i zatrzymaniem ich przed dostarczeniem do potencjalnego klienta a także jest źródłem informacji zwrotnych o procesach pozwalających aktywizować przedsiębiorstwo w funkcjonowaniu, rozwoju i ograniczaniu kosztów.

Dodatkowo doskonalenie kontroli jakości ma na celu sprawdzenie i udokumentowanie czy dostawca spełnia deklarowane standardy jakościowe oraz czy są one zgodne z wymaganiami nabywcy [3].

Optymalną formą kontroli jakości jest ta, która ma na celu najlepsze usatysfakcjonowanie klienta. Kontrola jakości służy trzem podstawowym celom [4]:

- identyfikacji problemu;
- zapobieganiu jego wystąpieniu;
- eliminacji problemu.

Identyfikacja problemów wymaga dokonywania kontroli po zakończenia każdego etapu

produkcji [5]. Kontrola jakości, w procesach aparaturowych, powinna być przeprowadzana w sposób szybki, sprawny i dokładny po zakończeniu każdego etapu produkcji.

Naturalnymi kierunkami doskonalenia tychże procesów są [6]:

- mechanizacja i automatyzacja;
- wydłużenie okresu bezawaryjnego funkcjonowania maszyn;
- doskonalenie kontroli jakości;
- lepsze receptury oraz półwyroby.

Proces aparaturowy, omawiany w niniejszym artykule, jest ściśle powiązany z urządzeniami produkcyjnymi i realizowany jest w przemyśle : chemicznym (farbiarskim) a także energetycznym, cementowym, petrochemicznym. W procesie tym rola pracownika polega na śledzeniu przebiegu procesu produkcyjnego i jego kontroli jakości.

Efektywna kontrola jakości jest kontrolą dynamiczną, zwracającą uwagę na wszystko co się dzieje, oraz wyszukującą i przewidującą problemy związane z jakością produktu [7]. Skuteczna identyfikacja problemu wymaga przeprowadzenia kontroli po zakończeniu każdego etapu produkcji. Jedną możliwością to sprawdzenie dostarczonych komponentów, zanim zostaną użyte w dalszej produkcji. Drugą, to system samokontroli realizowany przez osobę wykonującą albo przetwarzającą owe komponenty [8].

Kontrola jakości musi być dobrze zaplanowana. Dlatego też przy tworzeniu jej planów należy brać pod uwagę wiele danych i informacji. Przede wszystkim należy uwzględnić: [9]

- wymagania klientów, technologów, norm-formułowanych na różnych etapach
- powstawania;
- informacje o zachodzących procesach produkcyjnych, których ma dotyczyć
- bezpośrednio kontrola jakości;
- dokładne dane o dostępnym sprzęcie pomiarowo- kontrolnym;
- wymagania wynikające z procedur systemu zarządzania jakością oraz ewentualnych
- planów jakości.

Celem artykułu jest przedstawienie kluczowych możliwości wykorzystania kontroli jakości w doskonaleniu produkcyjnych procesów aparaturowych na podstawie badań przeprowadzonych u producenta farb proszkowych przedsiębiorstwa X w sferach: dostarczania materiałów do produkcji, głównego procesu produkcji, finalnego produktu.

Z uwagi na fakt iż: wymagania, produkty, technologia -zmieniają się coraz szybciej, technolodzy mają znaczne ograniczenia czasowe, aby zapoznać się z procesem produkcyjnym i wykonać optymalną kontrolę jakościową. Procesy produkcyjne są w większości w pełni zautomatyzowane, szczegółowo opomiarowane, dysponujące dużą ilością danych dokładnie opisujących procesy. Dlatego bardzo ważna jest szczegółowa kontrola jakościowa na poszczególnych etapach funkcjonowania przedsiębiorstwa poprzez którą możemy znajdować przyczyny wpływające na problemy z jakością, dobierać optymalne ustawienia dla procesu produkcyjnego.

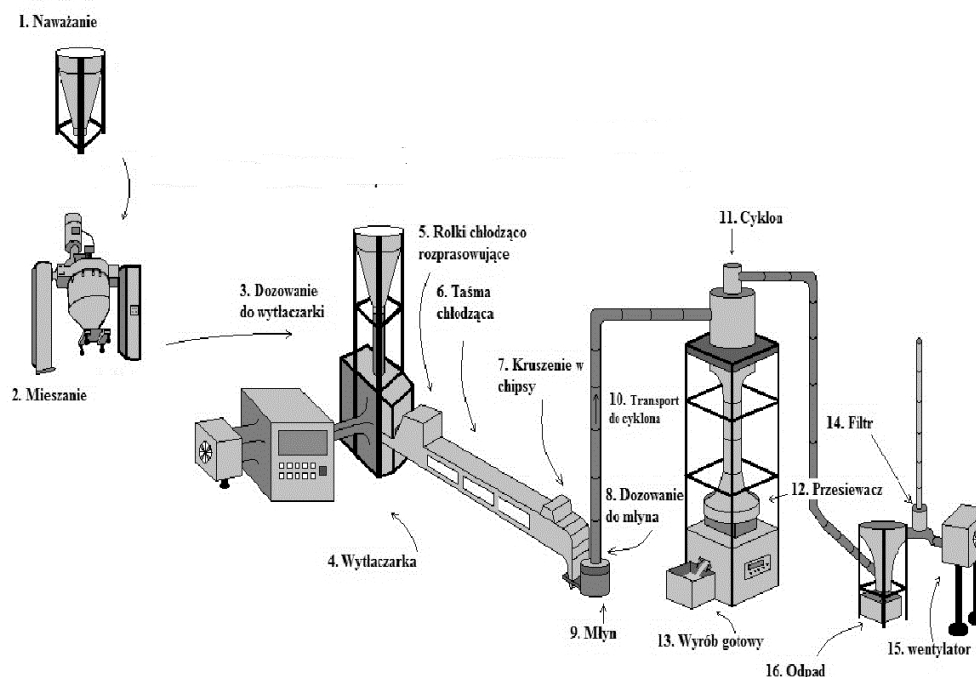
2. Charakterystyka procesu produkcji farb proszkowych

Technologia produkcji farb proszkowych w przedsiębiorstwie X jest charakterystyczna dla większości przedsiębiorstw wytwarzających w Polsce tego rodzaju farby. Dlatego też w/w badania można odnieść do przedsiębiorstw produkcyjnych o podobnym profilu produkcyjnym jak, np.: sektor chemiczny.

W XXI wieku coraz większą uwagę poświęca się farbom proszkowym, będącymi wyrobami ekologicznymi. Wyroby proszkowe nie zawierają żadnych organicznych

rozpuszczalników a podczas ich aplikacji, zdaniem producentów i dystrybutorów nie uwalniają się żadne substancje, nawet w procesie utwardzania [10].

Na Rys. 1 został przedstawiony schemat procesu produkcji farb proszkowych w przedsiębiorstwie X, w którym były przeprowadzane badania w zakresie doskonalenia kontroli jakości w procesach aparaturowych.



Rys . 1. Schemat procesu produkcji farb proszkowych w przedsiębiorstwie X
 Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów przedsiębiorstwa X

Produkcja powłok proszkowych składa się z 6 podprocesów, tj.: naważanie, mieszanie, wytłoczenie, rozprasowanie i chłodzenie, kruszenie oraz mielenie i przesiewanie [11].

Poniżej zostały przedstawione, wymienione wcześniej podprocesy, wraz z wykorzystywanymi maszynami.

Naważanie rozpoczyna operator urządzenia mieszającego odważając surowce zgodnie z recepturą zawartą w zleceniu produkcyjnym. Po naważeniu odpowiedniej ilości wszystkich substancji były one wsypywane do kadzi, a następnie transportowane do następnego stanowiska [12].

Naważona mieszanka proszków jest wraz z kadzią umieszczana w mieszalniku zbiornikowym. Głowica mieszalnika wraz kadzią jest obracana o 180° ustawiając się do pozycji roboczej. Znajdujące się w głowicy mieszadło zaczyna się obracać nadając materiałowi mieszanemu ruch odśrodkowy, dzięki czemu następowało podnoszenie i rozproszenie materiału. Czas trwania mieszania waha się od 5 do 10 minut - zależnie od rodzaju farby. Po upływie czasu mieszania, głowica z kadzią ustawiana jest w pozycji wyjściowej po czym kadź jest opuszczana. Proces mieszania dobiegł końca [13].

W realizacji kolejnego podprocesu wykorzystywana jest wylączarka dwuślimakowa (ekstruder). Maszyna ta służy do wytłaczania farb proszkowych. Proszek jest podgrzewany

do temperatury co najmniej 130 st. C w wyniku czego tworzy się jednorodna, uplastyczniona masa o jednolitym kolorze [12].

Podproces rozprasowanie i chłodzenia jest realizowany na walcach chłodząco-rozprasowujących będących częścią instalacji chłodzącej. W tym etapie procesu produkcji uplastycznioną masę transportuje się grawitacyjnie na powierzchnię obracających się walców, gdzie jest prasowana oraz wstępnie chłodzona. W analizowanym procesie wykorzystywana walcarka kształtuje masę do postaci plastra o szerokości około 70 cm i grubości od 1 do 1,5 mm. Plaster powinien posiadać jak najmniejszą grubość, ponieważ ułatwia to realizację kolejnych podprocesów – kruszenia oraz mielenia [11].

Na końcu taśmy chłodzącej znajduje się kruszarka, której zadaniem jest połamanie plastra w chipsy o wielkości ok. 1 cm². Pokruszenie plastra jest konieczne w celu przygotowania wsadu odpowiedniej wielkości przed rozdrabnianiem właściwym oraz mieleniem.

Mielenie odbywało się w młynie, w skład którego wchodzi następujące podzespoły: system chłodzenia powietrza zasysanego, podajnik chipsów farby z lejem samowyladowczym, rozdrabniacz, separator uziarnienia, system przewodów rurowych transportujących materiał do cyklonu, cyklon, zawór celkowy dozujący materiał do przesiewacza, przesiewacz odśrodkowy, filtr pyłów drobnoziarnistych oraz wentylator odciągowy. Po wykonaniu czynności składowych podprocesu otrzymywano farbę w postaci proszku o wielkości ziarna od 80 do 200 mikronów. Ziarno o zbyt dużych wymiarach dostawało się do zbiornika, z którego następnie było ponownie pobierane do zmielenia [13].

3. Problemy wynikające z braku doskonalenia kontroli jakości

Brak należytego doskonalenia kontroli jakości u producenta farb proszkowych to istotny problem zidentyfikowany w czasie obserwacji i badań w przedsiębiorstwie X. Na bazie informacji zebranych w czasie pobytu w w/w przedsiębiorstwie autorzy wyznaczyli zakres badań w kontekście poprawy kontroli jakości. Dotyczył on trzech sfer:

- procesu kontroli jakości dostarczonych materiałów do produkcji;
- procesu kontroli głównego procesu produkcji a w tym dostaw materiałów na
- poszczególne gniazda produkcyjne;
- kontroli technicznej i jakościowej finalnego produktu.

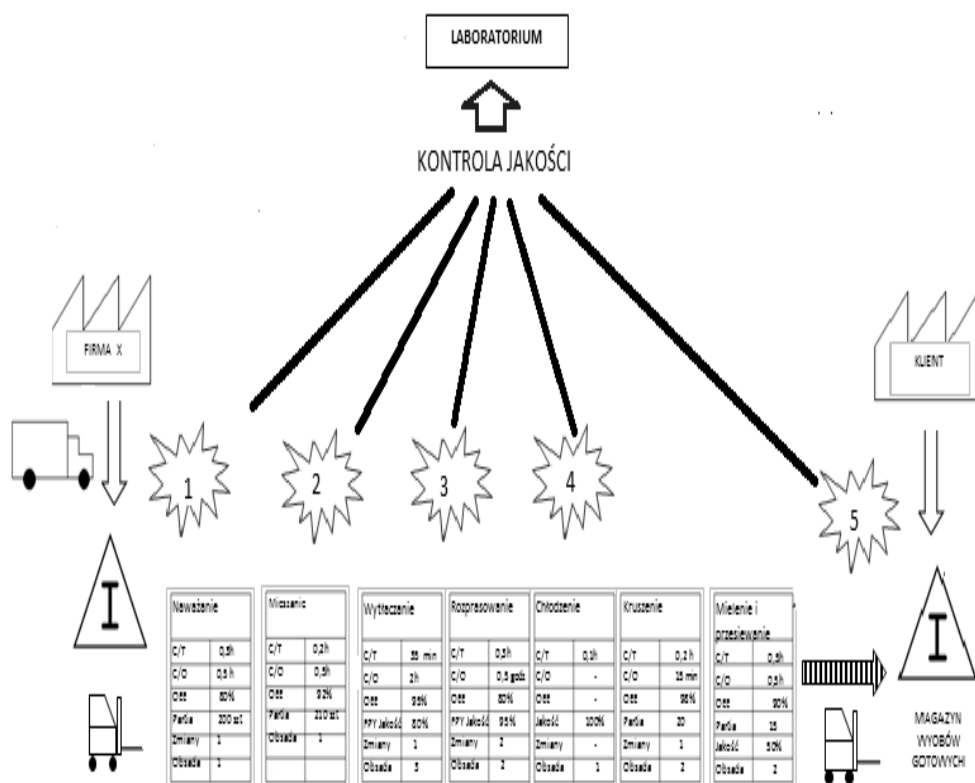
Badania, obejmujące powyższe trzy sfery, wykonano w okresie dwutygodniowego okresu roboczego dla dwuzmianowego systemu pracy, tj. w godzinach 6.00-14.00 i 14.00-22.00 (od poniedziałku do piątku).

W analizie badań, przeprowadzonych w przedsiębiorstwie X, autorzy artykułu odnieśli się do najistotniejszych problemów zauważonych w czasie obserwacji.

W zakresie pierwszej sfery badań (proces kontroli jakości dostarczonych materiałów do produkcji), wyniki badań były następujące (na Rys. 2 wskazuje to „chmurka” z numerem 1):

- 1) surowiec dostarczany do zakładu produkcyjnego nie zawsze był poddawany starannym badaniom w laboratorium kontroli jakości, w wyniku czego powstawała sytuacja, iż nie wszystkie surowce, spełniające ustalone wymagania określone normami, powinny być dopuszczone do produkcji farb proszkowych;
- 2) stwierdzono wielokrotne błędy w dokumentacji przyjętych surowców;
- 3) nie szczegółowo wprowadzano do systemu braki lub nadwyżki przy dostawach surowców;

- 4) nienależyte magazynowanie surowca na regałach wysokiego składowania;
- 5) brak utrzymywania określonej temperatury w magazynach, w których powinny być przechowywane surowce.



Rys. 2. Zakres kontroli jakości wykonanej w przedsiębiorstwie X
 Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów przedsiębiorstwa X

Kontrola głównego procesu produkcji, w tym dostawy surowców na poszczególne gniazda produkcyjne, (dotyczy drugiej sfery badań) wykazała nieprawidłowości, które przedstawiono poniżej:

1. Ze względu na skomplikowany proces produkcyjny farb proszkowych powstają bardzo często zakłócenia w kontroli jakości przed rozpoczęciem produkcji oraz w trakcie jej trwania. Kontrola jakości surowców, przed dopuszczeniem ich do produkcji, jest bardzo ważna ze względu na fakt częstego dostarczania tych samych komponentów lub ich zamienników od różnych producentów, gdzie może występować różnica w jakości surowca. Surowiec może również ulec pogorszeniu jakości podczas transportu dlatego konieczne są każdorazowe kontrole jego jakości (na rys. 2 wskazuje to „chmurka” z numerem 2).
2. Bardzo ważnym aspektem w procesie produkcji farb proszkowych jest także zachowanie szczególnej czystości na stanowisku pracy, gdyż zanieczyszczenie naważki bądź masy plastycznej niepożądanymi frakcjami takimi jak: kurz, inne dodatki

chemiczne, pigmenty pochodzące z poprzednich partii produkcyjnych mogą pogorszyć parametry lub nawet zdyskwalifikować farbę pod względem wymaganej przez klienta jakości (na rys. 2 wskazuje to „chmurka” z numerem 3).

3. Występowanie zakłóceń w utrzymaniu maszyn i urządzeń produkcyjnych we właściwej czystości. Brak starannego czyszczenia maszyn, po każdorazowej zmianie produkcji farb proszkowych, powoduje straty pod kątem minimalnych zmian parametrów składu procentowego farby proszkowej. W tym przypadku mogą występować różnice w kolorze tej samej produkcji pomiędzy farbą np. z kartonu nr 1 a farbą z kartonu nr 2 lub nr 3. Brak starannego czyszczenia maszyn to także poważne uszkodzenia, szybsze zużycie podzespołów, szybsze wyeksploatowanie maszyn. Wyeksploatowanie maszyn to przede wszystkim zagrożenie bezpośrednie dla pracownika produkcyjnego (na rys. 2 wskazuje to „chmurka” z numerem 4).

Kontrola jakościowa i techniczna finalnego produktu wykazała iż występuje tu: duża pracochłonność przeobrażania środków produkcji pod różnorodne partie produktów, dyktowane indywidualnymi zamówieniami kontrahentów. Na linii produkcyjnej bardzo często mamy do czynienia z różnorodnością farb proszkowych. Dotyczy to farb epoksydowych -służących do zastosowań wewnętrznych oraz poliestrowych służących do zastosowań zewnętrznych (na Rys. 2 wskazuje to „chmurka” z numerem 5).

Z uwagi, iż na produkcji mamy bardzo często do czynienia z krótkimi partiami produkcyjnymi powstaje znaczący problem w przeobrażaniu środków produkcji a więc i maszyn z jednego układu na drugi. Z badań przeprowadzonych na linii produkcyjnej wynika, że w każdej godzinie pracy występuje strata ok. 4 minut z uwagi na czas przebrojenia maszyn, a w ciągu jednej 8 godzinnej zmiany produkcyjnej to prawie 0,5 godziny starty. W tym kontekście ważne jest przede wszystkim umożliwienie płynnej pracy maszyn i urządzeń, bez zbędnych przestojów.

4. Doskonalenie kontroli jakości podczas poszczególnych etapów produkcji- proponowane zmiany

Metody produkcji farb proszkowych wymagają, od przedsiębiorstwa produkcyjnego, najwyższego stopnia kontroli poszczególnych etapów produkcji, które muszą być monitorowane pod względem wielu istotnych parametrów, w kontekście zapewnienia wyprodukowania pełnowartościowego produktu i oczekiwanego zadowolenia potencjalnego odbiorcy.

Aby udoskonalić w przedsiębiorstwie X kontrolę jakości farb proszkowych autorzy artykułu podzielili zakres proponowanych zmian na trzy zasadnicze etapy.

1. Kontrola jakości zakupionych surowców do magazynu.
2. Kontrola jakości procesu produkcji.
3. Kontrola jakości po zakończeniu produkcji i weryfikacji ostatecznego produktu.

Proces produkcji farb proszkowych jest procesem bardzo skomplikowanym, co wymusza wprowadzenie pełnej formy kontroli jakości: od weryfikacji zakupionych surowców od wybranych dostawców poprzez cały cykl produkcyjny a skończywszy na finalnym produkcie. Powodem tak rygorystycznego podejścia do tegoż procesu jest specyfika farb proszkowych, w którym często w wyniku minimalnych zmian parametrów maszyn bądź składu procentowego naważki, mogą występować różnice pomiędzy farbą np. z kartonu nr 1, kartonu nr 2 czy też z farbą z kartonu nr 3.

Istotną kwestią zasygnalizowaną w badaniach, w analizowanej działalności przedsiębiorstwa X, powinno być doskonalenie kontroli jakości surowców przed

dopuszczeniem ich na linię produkcyjną. Problem polegał na dostrzeżeniu podczas przeprowadzonych badań, kwestii częstego dostarczania tych samych komponentów lub ich zamienników od różnych producentów. Analizowana sytuacja polegała na występowaniu dysproporcji jakości zakupionych surowców pomiędzy poszczególnymi partiami produkcyjnymi. Dodatkowo, nabyty surowiec często ulegał pogorszeniu jakości podczas nieodpowiedniego transportu z magazynu na linię produkcyjną. Stąd propozycja wzmocnionych każdorazowych kontroli jakości surowców w celu eliminacji zaistniałej sytuacji.

Doskonalenie kontroli jakości poszczególnych surowców, dostarczanych do przedsiębiorstwa X, powinno polegać na poddaniu ich szczegółowym badaniom w laboratorium kontroli jakości. Tylko sprawdzone i spełniające ustalone wymagania, określone normami, surowce powinny być dopuszczone do produkcji farb proszkowych. Nie narazi to producenta na niepotrzebne straty.

Doskonalenie kontroli jakości nie kończy się na analizie zakupionych surowców. Kolejnym etapem winno być doskonalenie kontroli jakości podczas dostarczania surowców na kolejne linie produkcyjne.

W procesie produkcyjnym należy sprawdzać temperaturę wytłoczonej masy na wyjściu z wyciarkarki oraz kontrolować półprodukt bezpośrednio po pokruszeniu go przez walce kruszarki.

Kontrole jakości pokruszonych chipsów powinien dokonywać pracownik działu technologicznego w celu:

- sprawdzenia koloru farby;
- sprawdzenia właściwości jego powłoki pod względem grubości;
- sprawdzenia właściwości jego struktury wypalenia oraz jednolitości efektu
- końcowego powłoki.

Na tym etapie kontroli jakości pracownik powinien pobierać próbkę w postaci chipsów bezpośrednio z wylotu kruszarki po czym mielić ją na młynku laboratoryjnym i przesiewać za pomocą wytrząsarki laboratoryjnej. Tak przygotowana próbka farby powinna być następnie poddawana zabiegowi wymalowania próbnego na blaszce kontrolnej. Przeprowadzona kontrola jakości przez kompetentnego pracownika będzie pozwalała na określenie zgodności próbki z przyjętym wzorcem.

Kolejnym etapem kontroli jakości będzie określenie stopnia zgodności farby z przyjętym wzorcem, co będzie powodowało, iż pracownik działu technologicznego będzie podejmował decyzje o dopuszczeniu farby do dalszej obróbki bądź zawróceniu jej z produkcji, w celu ewentualnego poprawienia niezgodności.

Następnym etapem będzie należyta kontrola wyrobu po zmieleniu i przesianiu. Będzie to najważniejszy etap kontroli jakości tego procesu ponieważ duży wpływ na jakość farby ma proces mielenia. Według przeprowadzonych badań, w przypadku zbyt dużej wilgotności powietrza dostarczanego do układu młyna, jakość powłoki farby może ulec znacznemu pogorszeniu. Będzie się to objawiało widocznymi nakłuciami na powierzchni farby po wymalowaniu.

W tym etapie kontroli jakości sprawdzania farby, dział kontroli jakości będzie pobierał próbkę farby bezpośrednio po zmieleniu i przesianiu i będzie poddawał ją wnikliwym badaniom. Do wykonania niezbędnych testów będą wykorzystywane urządzenia takie jak na przykład analizator wielkości cząsteczek, który działa na zasadzie dyfrakcji promienia laserowego. Według przeprowadzonych badań chmura proszku będzie przechodzić przez promień lasera a urządzenie będzie mierzyło cień padający na powierzchnie pomiaru. Metoda ta, podczas doskonalenia kontroli jakości będzie dawała całościowy obraz

wielkości cząsteczek a wynik badań będzie przedstawiony za pomocą tabeli lub wykresu.

Kolejną kontrolą jakości, będzie badanie właściwości farby po wypaleniu. Analizowane badanie będzie składać się z szeregu testów takich jak: badanie odporności na uderzenia przy obciążeniu 1 kg, badanie adhezji metodą siatki nacięć, badanie elastyczności powłoki, badanie tłoczności, badanie twardości powłoki, badanie na szczelność powłoki, mające na celu sprawdzenie właściwości mechanicznych powłoki.

Dodatkowo dla pewności, doskonalenie kontroli jakości w przedsiębiorstwie X powinno być wykonywane za pomocą spektrofotometru. Będą to badania określające przepuszczalność lub absorpcję przez powłokę promieni UV, w komorze solnej a także metodą ekspozycji powłok w naturalnych warunkach atmosferycznych.

5. Wnioski

Wraz z rozwojem technologii malowania przy użyciu farb proszkowych, powłoki lakiernicze tego typu zaczęły być coraz szerzej wykorzystywane w różnych gałęziach przemysłu. Są bardziej odporne na agresywne warunki środowiskowe i różnego rodzaju uszkodzenia mechaniczne, niż klasyczne „mokre” farby. Malowane nimi są zarówno części zabawek jak i zaawansowane wyposażenie pojazdów kosmicznych. Równie ważny w rozwoju farb proszkowych okazał się aspekt ekologii ich produkcji. Wyroby proszkowe nie zawierają żadnych organicznych rozpuszczalników, a podczas ich aplikacji nie uwalniają się szkodliwe substancje- nawet w procesie utwardzania. Wytwarzanie tego rodzaju powłok wiąże się jednak z większą liczbą problemów, niż w przypadku produkcji farb „mokrych”. Problemy te mają naturę zarówno technologiczną, jak i dotyczącą zarządzania procesem. Analizie tychże trudności poświęcone jest niniejszy artykuł.

W XXI wieku doskonalenie kontroli jakości jest bardzo istotnym ogniwem w realizacji celów i zadań przedsiębiorstw. Według A Hamrola nawet najlepiej zaprojektowany produkt i przygotowany proces produkcyjny nie gwarantują zapewnienia w sposób trwały wymaganej i deklarowanej jakości [8].

Konieczna jest pełna kontrola czy proces przebiega właściwie, zgodnie z wymaganiami, a po stwierdzeniu wystąpienia jakichkolwiek odchyłeń podjęcie odpowiednich działań zapobiegawczych. Aby zaspokajać wymagania klientów należy szukać możliwości doskonalenia kontroli jakości wszystkich procesów i produktów w przedsiębiorstwie.

Autorzy, na bazie badań przeprowadzonych u producenta farb proszkowych przedsiębiorstwa X , zaproponowali udoskonalenie kontroli jakości w sferach:

- dostarczanych materiałów do produkcji;
- głównego procesu produkcji, w tym dostaw materiałów na poszczególne gniazda produkcyjne;
- finalnego produktu.

Autorzy w swojej pracy wykorzystali następujące metody badawcze oraz narzędzia:

- praktyczne obserwacje bezpośrednie w przedmiotowym przedsiębiorstwie,
- wywiad z głównym technologiem oraz operatorami produkcyjnymi,
- metoda delficka, a więc wykorzystanie wiedzy, doświadczenia, opinii ekspertów- praktyków ze wskazanej dziedziny, z którymi mieliśmy do czynienia w czasie pracy
- w przemyśle lakierniczym,
- wyniki opracowane przy pomocy statystyki.

Dzięki przeprowadzonym badaniom możliwe było wskazanie miejsc doskonalenia kontroli jakości w procesie aparaturowym.

Literatura

1. Lisiecka K.: Kreowanie jakości. Wydawnictwo Uczelniane Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2002, s.25-45.
2. Zymonik Z., Hamrol A., Grudowski P.: Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2013, s.46.
3. Lock D.: Podręcznik zarządzania jakością. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s.374.
4. Drummond H.: W pogoni za jakością. Wydawnictwo Dom Wydawniczy ABC, Warszawa 1998, s.69.
5. Mantura W., Hamrol A.: Zarządzanie jakością. Teoria i praktyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2002, s.23-57.
6. Czerska J.: Pozwól płynąć swojemu produktowi. Wydawnictwo Placet, Warszawa 2011, s. 34-36.
7. Brzeziński M.: Organizacja i sterowanie produkcją. Wydawnictwo Placet, Warszawa 2002, s. 6-7.
8. Hamrol A.: Zarządzanie jakością z przykładami. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s.72.
9. Liker J.K.: Droga Toyot. Wydawnictwo MT Biznes, Warszawa 2005, s. 5-23.
10. Jelonek A., Malowanie proszkowe – to warto wiedzieć, Tensor consulting, Warszawa 2013.
11. Drozd R., Wirkus M., Bielski R.: Kompetencje pracowników produkcyjnych w procesach aparaturowych. Wydawnictwo U.E. we Wrocławiu- Management Forum, Wrocław 2015, vol 3, nr 3.
12. Drozd R., Kufel K.: Zarządzanie łańcuchem logistycznym w procesie produkcji farb proszkowych. Studia i prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania Uniwersytetu Szczecińskiego nr 39, Szczecin 2015, s.359-372.
13. Drozd R.: Doskonalenie obsługi autonomicznej maszyn produkcyjnych przez operatorów na przykładzie firmy X. w: Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji/ ed. Ryszard Knosala Opole. Oficyna Wydawnicza PTZP, Opole 2015, s.233-241.

Dr inż. Ryszard BIELSKI

Dr inż. Radosław DROZD

Katedra Inżynierii Zarządzania Operacyjnego

Zarządzania i Ekonomii

Politechnika Gdańska

80-233 Gdańsk, ul. Narutowicza 11/12

tel./fax: 58 347-27-86

e-mail: rbi@zie.pg.gda.pl

rdrozd@zie.pg.gda.pl