

Temperatura

Temperatura schnięcia

Produkcja masowa w dzisiejszych czasach nie byłaby możliwa bez zastosowania powłok termoutwardzalnych. Typowy czas schnięcia powłoki w procesie produkcyjnym zawiera się w przedziale od kilku minut do pół godziny.

Obecnie wykończenia samochodów muszą spełniać bardzo wysokie wymagania kontroli jakości dotyczące zarówno właściwości mechanicznych jak i estetycznych, w tym:

- optymalną przyczepność
- wystarczającą elastyczność w razie odkształcenia pod wpływem naprężeń mechanicznych
- długoterminową wytrzymałość na warunki pogodowe, np. odporność na korozję
- stały kolor i połysk
- optymalną twardość

Optymalny proces utwardzenia powłoki jest warunkiem koniecznym dla osiągnięcia tych właściwości. Dokładna znajomość rozkładu temperatury w piecu jest wymagana w celu uniknięcia wad produktu oraz zapewnienia prawidłowej jakości. Złe utwardzenie powłoki może skutkować:

- niewystarczającym przytwierdzeniem do podłoża
- małą elastycznością i odpornością na naprężenia mechaniczne
- małą twardością powłoki
- szybkim niszczeniem, kruchością, łamliwością, prowadzącą do rdzy i korozji
- utratą właściwego koloru i połysku

Każdy z tych czynników jest bardzo kosztowny w przypadku naprawy.

Tradycyjne systemy powłok termoutwardzalnych zmieniły się na przestrzeni czasu w związku z wprowadzeniem urządzeń ekologicznych. Obecnie stosuje się następujące technologie malarskie:

- konwencjonalne, roztwory zawierające 50-60% rozpuszczalników organicznych
- stałe, 10-30% rozpuszczalników
- farby wodne
- powłoki proszkowe, nie zawierające rozpuszczalników

Powłoki termoutwardzalne (akrylowe, poliestrowe, epoksydowe lub alkidowe) w dużym stopniu rozpowszechniły się w zastosowaniach przemysłowych. Prawidłowy katalizator oraz wymagana ilość ciepła zapoczątkowuje proces sieciowania pomiędzy różnymi składnikami powłoki. Rezultatem tego jest farba składająca się z polimerów, żywic, lepiszczy oraz pigmentów, które są wytrzymałe chemicznie i długotrwałe.

Właściwości farby w dużej mierze zależą od przebiegu procesu sieciowania. Lepiszcz używane obecnie jest bardzo czułe na błędy popełnione w czasie sieciowania.

Skutki zbyt słabego usieciowania:

- miękkie powłoki z małą twardością
- słaba odporność chemiczna lub jej brak
- słaba odporność na warunki pogodowe (UV, SO₂)
- zbyt wysoki połysk
- niskie wartości zamglenia

Złe usieciowanie może także być powodem:

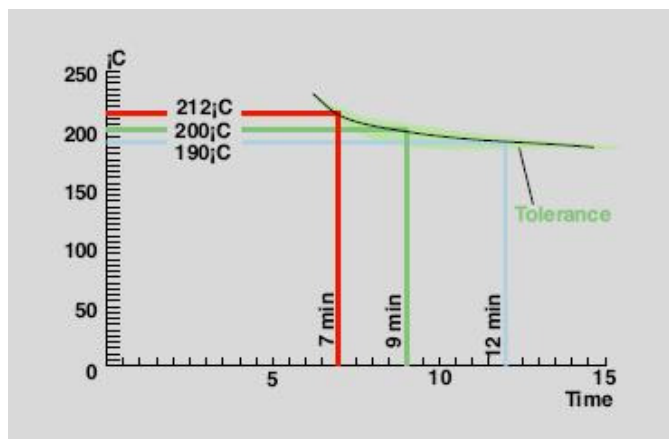
- lepszej przyczepności
- lepszej giętkości
- lepszej przyczepności warstw pośrednich w powłokach wielowarstwowych

Zbyt silne usieciowanie powoduje:

- większą twardość
- mniejszą giętkość
- mniejszy połysk
- duże wartości zamglenia
- słabą przyczepność warstw
- zwiększoną odporność na rozpuszczalniki
- dekoloryzację lub zażółcenie
- słabą odporność na warunki pogodowe, w szczególności na promieniowanie UV

W celu odpowiedniego doboru warunków prowadzenia procesu sieciowania, trzeba przeprowadzić serię testów w różnych temperaturach schnięcia. Optymalne utwardzenie powłoki jest określone poprzez maksymalną i minimalną temperaturę schnięcia. W procesie tym czas i temperatura będą się znacząco zmieniały, ponieważ szybkość reakcji zależy od temperatury w sposób nieliniowy. Szybkość grzania także ma zasadnicze znaczenie dla tego procesu, zwłaszcza dla farb opartych na rozpuszczalnikach organicznych oraz wodnych. Jeśli szybkość grzania jest zbyt duża, to efektem tego będzie wyparowanie zbyt dużej ilości rozpuszczalnika co w znaczący sposób odbije się na wyglądzie finalnym produktu.

Poniższy przykład pokazuje trzy różne profile temperatury dla tego samego efektu utwardzenia. Widać, że nawet małe zmiany temperatury powodują znaczącą zmianę czasu utwardzenia. W procesie produkcyjnym rzadko kiedy profil temperatury jest tak nieskomplikowany, ponieważ grubość warstwy nie jest stała oraz temperatura pieca zmienia się z powodu warunków zewnętrznych.



Piece grzewcze

Właściwości cieplne nowych powłok malarskich muszą być przetestowane i zoptymalizowane w laboratorium za pomocą pieca konwekcyjnego. Testowany panel umieszczany jest w rozgrzanym piecu na pewien okres czasu. Do tego momentu proces w laboratorium przebiega identycznie jak proces na linii produkcyjnej. Odtąd zaczyna się bardzo czasochłonny etap testowania elementu. Wiele z testowanych paneli są wypiekane w różnych temperaturach z różną długością. Jest to jedyny sposób aby dokładnie określić optymalną temperaturę oraz czas wypiekania.

Dodatkowym utrudnieniem jest brak możliwości dokładnego powtórzenia profilu temperatury próbki, zwłaszcza mając do dyspozycji kilka pieców konwekcyjnych.

Piece gradientowe

BYK-Gardner posiada w swojej ofercie typ pieca grzewczego – piec gradientowy, który daje lepszą kontrolę, większą precyzję oraz wierność procesu laboratoryjnego z produkcyjnym.

Piec gradientowy zawiera kontrolowany przez mikroprocesor blok grzewczy, składający się z 45 elementów grzewczych, każdy wyposażony w sondę temperatury Pt100. Każdy z elementów jest oddzielnie izolowany co umożliwia ustawienie różnych temperatur 2 połączonym elementom.

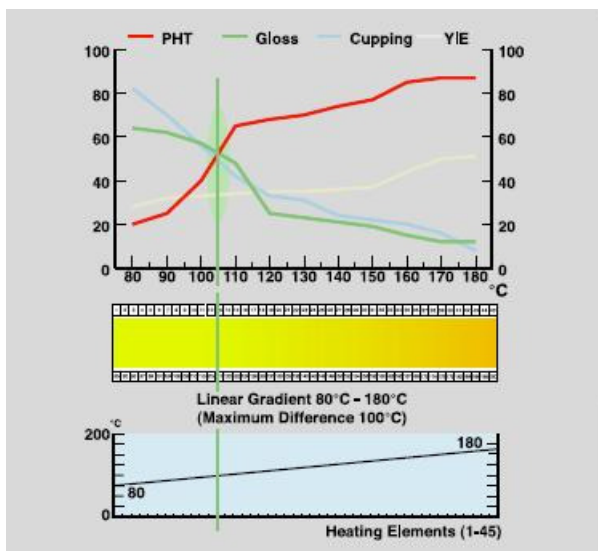
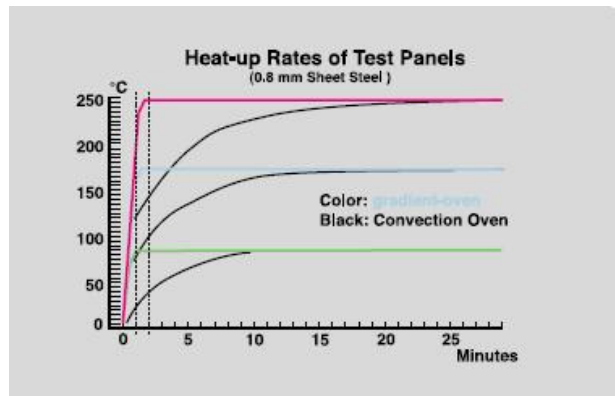
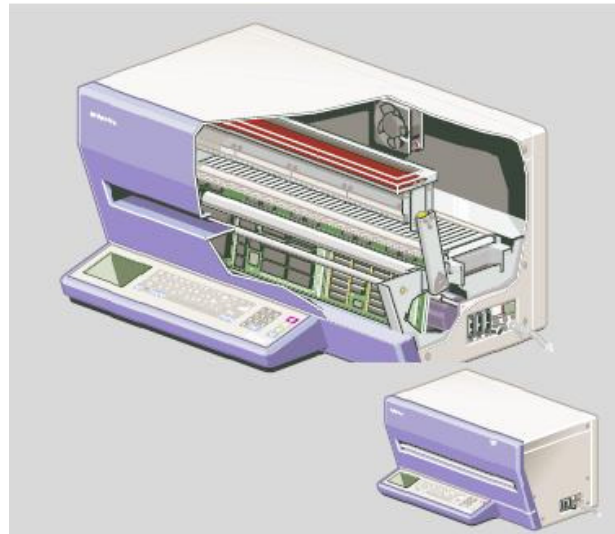
Panel testowy z powłoką o wymiarach 22 x 4 cal (560 x 100 mm) jest automatycznie transportowany do wnętrza bloku grzewczego za pomocą urządzenia dociskającego, które zapewnia szybką wymianę ciepła. Obszar grzania jest zamknięty specjalną pokrywą umieszczoną ok. 2 cali (50 mm) nad panelem testowym.

Porównanie pieców konwekcyjnych oraz gradientowych

Pomiary porównawcze między piecami konwekcyjnymi oraz gradientowymi dały następujące profile temperatury.

Główne korzyści płynące z korzystania z pieców gradientowych:

- kontrola jakości koloru, wyglądu oraz właściwości fizycznych może być przeprowadzona z ciągłą zmianą temperatury na jednym panelu
- panel testowy może być wypiekany z różnymi profilami temperatury
- stała temperatura nad całym panelem testowym
- gradienty liniowe z maksymalną różnicą temperatur do 100°C
- gradienty skokowe dla różnych temperatur
- szybkość grzania oraz czas schnięcia można programować w taki sposób, że test laboratoryjny oddaje warunki procesu produkcyjnego
- duża dokładność daje wysoką odtwarzalność rezultatów i pozwala uniknąć powtarzania testów
- oszczędności na czasie, materiałach, panelach testowych oraz energii



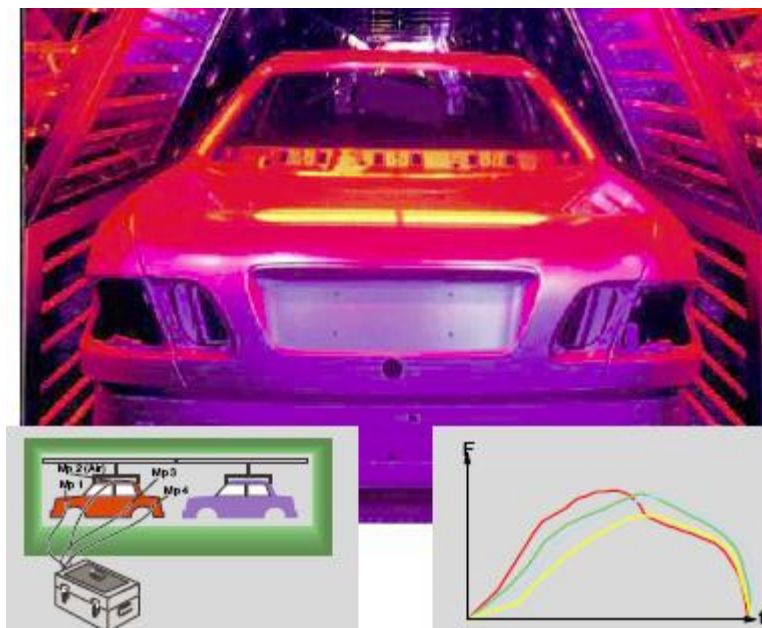
Rejestratory temperatury w piecach

W celu zapewnienia maksymalnej wydajności linii produkcyjnej piec grzewczy musi idealnie wpisywać się w cały proces produkcyjny. Metoda ogrzewania pieca (olej, gaz czy prąd), dostęp do powietrza oraz szybkość linii produkcyjnej są ważnymi czynnikami, które trzeba uwzględnić podczas kontroli pracy pieca. Na temperaturę w piecu mają wpływ zmiany mocy oraz jego budowa. Natomiast na temperaturę obiektu ma wpływ rodzaj materiału pokrywającego, jego grubość, miejsce zawieszenia elementu oraz szybkość linii produkcyjnej. Ważnym elementem jest sprawdzanie czy piec jest wyregulowany zapewniając właściwe ogrzewanie obiektu, co z kolei gwarantuje właściwe sieciowanie oraz utwardzenie powłoki.

Kształt oraz wymiary geometryczne także mają zasadnicze znaczenie w charakterystyce ogrzewania elementu. W celu zapewnienia właściwej temperatury, konieczne jest mierzenie temperatury bezpośrednio na obiekcie, a w szczególności takich które mają skomplikowane kształty oraz różną grubość powłoki.

Wewnętrzny rozkład temperatur w piecu musi też być kontrolowany w równych odstępach czasowych.

Zapewnienie jakości w zgodzie z normą DIN ISO 9000 także wymaga dokładnej dokumentacji oraz zwiększonej dokładności. Rejestratory temperatury firmy BYK-Gardner spełniają wszystkie z powyższych wymagań.



temp-gard

Znaczącym postępowaniem związanym z rejestracją temperatury w piecach okazał się temp-gard.

System pomiarowy zapamiętuje i przechowuje analogowe sygnały sond temperaturowych w postaci cyfrowej. Moduł pomiarowy towarzyszy obiektowi podczas podróży przez piec bez potrzeby połączenia kablem. Ochronę modułu pomiarowego zapewnia bariera termiczna, wykonana ze stali szlachetnej.

Dane cyfrowe zostaną przeniesione do komputera dla dalszej obróbki, zapisane je jako plik.

System temp-gard kontroluje temperaturę procesu utwardzania oraz natychmiast opracowuje dane wyjściowe. W kilka minut są widoczne na ekranie komputera i mogą być wydrukowane następujące parametry:

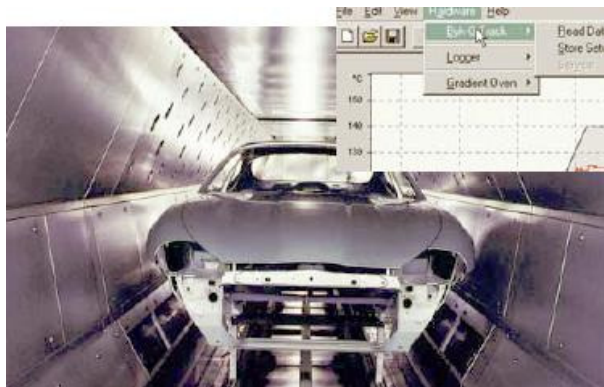
- dane punktów pomiarowych obiektu
- data i czas pomiaru
- nazwa operatora oraz identyfikacja pieca
- temperatury w °F lub °C
- 4-kolorowa grafika całej krzywej pomiarowej wraz z temperaturą i czasem

Kiedy zostanie przekroczona temperatura krytyczna sondy zostanie wystosowany odpowiedni komunikat ostrzegawczy. Istnieje możliwość szybkiego i regularnego dokumentowania jakości całej dziennej produkcji. Dodatkowo system temp-gard pozwala na sterowanie wydajnością pieca bez znaczącej straty jakości.

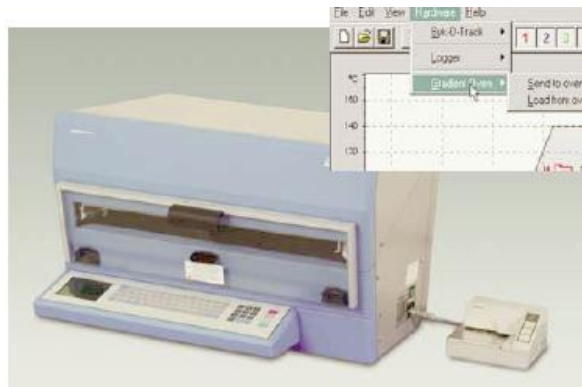


Warunki produkcyjne w laboratorium

Metoda przechowywania danych, jaka została opisana powyżej, jest przydatna do symulacji procesu w laboratorium. Transfer profili temperaturowych obiektu do pieca gradientowego umożliwia kompletne odtworzenie procesu utwardzania w laboratorium. Wszystkie 45 elementów grzewczych pieca ogrzewają panel testowy zgodnie z profilem temperatury pieca przemysłowego. Dokładność odtworzenia procesu można porównać na monitorze, gdzie jest widoczna aktualna oraz nastawiona temperatura. Dzięki temu producent farb może zmierzyć temperaturę pieców klientów, zapisać dane i zasymulować proces za pomocą pieca gradientowego.



Rys. 1 temp-gard zbiera informacje w piecu produkcyjnym



Rys. 2 Dane z temp-gard przenoszone są do pieca gradientowego