

Oszczędzaj energię, obniżając temperaturę utwardzania

NISKO- I ULTRANISKOTEMPERATUROWE FARBY PROSZKOWE – ICH ZALETY, OGRODICZENIA I ZASTOSOWANIA

Wzrost kosztów energii i rosnąca niepewność co do jej dostaw stanowią poważne wyzwania dla całego przemysłu. Powłoki proszkowe jako utwardzane chemicznie przy wyższych temperaturach są szczególnie dotknięte tym problemem. Systemy powłok, które pozwalają na niższe temperatury i krótsze czasy utwardzania oraz umożliwiają dłuższy okres ich użytkowania, są zatem w pełni zgodne z duchem czasu.

Termoutwardzalne powłoki proszkowe utwardzane są w przedziale temperatur od 120 do 230°C, w zależności od ich rodzaju. Najczęstszymi są temperatury z zakresu od 180 do 210°C, podczas gdy warunki utwardzania poza tym zakresem są głównie stosowane dla produktów specjalnych. Temperatura utwardzania odnosi się do temperatury obiektu, który ma być pokryty powłoką, podczas gdy w praktyce temperatura pieca może być nieco wyższa, aby poprawić przewodzenie ciepła. Konwencjonalne systemy powłok proszkowych utwardzają się przy opisanych temperaturach obiektu zazwyczaj w czasie od 10 do 15 minut, przy czym właściwa minimalna temperatura utwardzania musi być osiągnięta przed rozpoczęciem procesu utwardzania. Do osiągnięcia tej minimalnej temperatury utwardzania obiekt potrzebuje pewnej ilości czasu ze względu na proces transferu ciepła. Czas potrzebny zarówno komponentowi, jak i powłoce do osiągnięcia pożądanej temperatury zależy głównie od następujących trzech czynników:

- rodzaju malowanego detalu,
- specyficznej powierzchni detalu,
- konstrukcji pieca polimeryzacyjnego.



Materiał, z jakiego wykonany jest powlekany detal, determinuje ilość ciepła potrzebną do podgrzania powierzchni ze względu na jego specyficzną gęstość, pojemność i przewodność cieplną. Podłoża metalowe mają porównywalnie wysoką przewodność cieplną. W rezultacie energia cieplna jest szybko przekazywana z cienkiego filmu powłoki i równomiernie absorbowana przez całą masę podłoża. Podłoża o niskiej przewodności cieplnej (na przykład MDF) powodują natomiast, że powierzchnia szybciej się nagrzewa, podczas gdy rdzeń materiału pozostaje chłodniejszy przez dłuższy czas. Im grubszy jest detal, tym mniejsza powierzchnia na jednostkę masy dostępna jest do transferu ciepła i tym więcej czasu jest potrzebne na jego podgrzewanie. Równocześnie całkowita masa detalu często zwiększa się wraz z grubością materiału, a tym samym rośnie ilość ciepła potrzebna do jego podgrzania.

Piec do polimeryzacji

Rodzaj pieca do utwardzania determinuje, między innymi, sposób transferu ciepła. W najczęściej stosowanych piecach konwekcyjnych cała ilość ciepła jest przekazywana przez powietrze. Powietrze jest słabym przewodnikiem ciepła i ma niską efektywność jego przekazywania. Jednakże ten rodzaj pieca stawia niewielkie wymagania co do geometrii malowanych elementów, jest prosty w budowie i tani w zakupie. Jeśli z powodów związanych z procesem lub ze względu na termiczną wrażliwość malowanych elementów wymagane są bardzo szybkie procesy podgrzewania lub jeśli proces utwardzania ma na celu przede wszystkim podgrzewanie tylko powierzchni, zazwyczaj stosuje się światło NIR (bliskiej podczerwieni). W zależności od mocy emitowanego promieniowania, może ono przekazać bardzo duże ilości ciepła obiektowi w bardzo krótkim czasie, ale musi być bardzo indywidualnie dopasowane do aplikacji. Jedną z wad jest to, że geometria malowanych elementów musi być taka, aby światło NIR mogło naświetlać jak najwięcej obszarów z równą intensywnością. Nawet nieco tylko bardziej złożone kształty działają tu na niekorzyść. Z powodu niższej elastyczności zastosowania oraz ze względu na wyższe koszty inwestycyjne piece do utwardzania NIR, są rzadziej spotykane.

Innym specjalnym przypadkiem są tak zwane piece indukcyjne. Podgrzewają one ferromagnetyczne, metaliczne podłoża za pomocą elektromagnetycznie indukowanych prądów wirowych. Najpierw podgrzewany jest metal, a następnie film powłoki. Jednakże, ponieważ ten ostatni jest bardzo cienki, transfer ciepła następuje w ciągu sekund lub ułamków sekundy. Nagrzewanie indukcyjne może



również zapewnić ekstremalnie szybkie tempo transferu ciepła. Ograniczeniem takich systemów jest znowu rodzaj i rozmiar pokrywanych elementów. W większości przypadków są to linie przeznaczone do szybkiego i powlekania długich serii tych samych lub bardzo podobnych elementów. Stąd też odnotować trzeba, że zdecydowana większość linii powlekania proszkowego jest wyposażona jednak w klasyczne piece konwekcyjne.

Rozważając interakcję wszystkich trzech przytoczonych zmiennych, szybko staje się jasne, że procesy utwardzania masywnych stalowych elementów w piecach konwekcyjnych mogą powodować problemy w procesie powlekania. W praktyce nie jest rzadkością, aby proces podgrzewania (i możliwie także następujący po nim proces chłodzenia!) stał się punktem krytycznym w całym łańcuchu produkcyjnym. W rezultacie, w przypadku niezwykle masywnych części, ekologiczne, jak i ekonomiczne zalety powłok proszkowych w porównaniu do powłok ciekłych schodzą na drugi plan. W zależności od zastosowania, powyżej pewnej grubości materiału powlekanego powinno rozważyć się mimo wszystko zastosowanie powłok ciekłych. Zazwyczaj wymagają one znacznie niższych temperatur utwardzania lub suszenia (aż do temperatury pokojowej). Z tych rozważań wynika również, że obniżenie wymaganych temperatur utwardzania ma decydujący pozytywny wpływ na zużycie energii w procesie powlekania proszkowego. Z jednej strony, można obniżyć temperaturę pieca i zmniejszyć ilość energii cieplnej potrzebnej do osiągnięcia minimalnej temperatury utwardzania, z drugiej zaś, możliwe jest zwiększenie efektywności procesu utwardzania poprzez skrócenie czasu polimeryzacji. Do tej pory, to wyższa wydajność produkcji była często głównym powodem stosowania niskotemperaturowych systemów proszkowych, jednakże wraz z rosnącymi cenami energii i niepewnymi jej dostawami obniżanie parametrów roboczych pieca staje się jeszcze istotniejsze ze względu na aspekt ekonomiczny. Doświadczenie pokazuje, że obniżenie temperatury o 10°C może przynieść oszczędności w zużyciu energii rzędu 5–8%. Zmniejsza się również ilość ciepła emitowanego do najbliższego otoczenia, co może mieć znaczący wpływ na komfort pracy w zakładzie.

Niskotemperaturowe powłoki proszkowe

Mówiąc o niskotemperaturowych powłokach proszkowych, w branży przyjęło się definiowanie minimalnego możliwego zakresu temperatury utwardzania poniżej 180°C przy czasach utwardzania od 10 do 15 min. W większości przypadków,

nieoficjalnie przyjętą regułą jest 160°C na 10 do 15 min. W zależności od producenta lub produktu, przedziały te mogą się nieco różnić. W tym zakresie funkcjonuje już spora liczba zróżnicowanych systemów proszkowych, zarówno do użytku wewnątrz, jak i na zewnątrz. Z fizykochemicznego punktu widzenia, te powłoki proszkowe są często bardzo porównywalne w swoim zachowaniu do proszków, które można stosować w klasycznych temperaturach utwardzania (od 180°C). Ich zastosowanie może być zazwyczaj uniwersalne, wymagane warunki przechowywania, a także stabilność magazynowania są porównywalne ze standardowymi systemami. Z technicznego punktu widzenia, obecnie istnieją również tylko nieliczne ograniczenia pod względem różnorodności i jakości uzyskiwanych powłok.

Te ograniczenia dotyczą głównie produktów do zastosowań architektonicznych, które są ściśle dostosowane do klasycznych warunków utwardzania ze względu na zróżnicowany charakter elementów poddawanych obróbce w lakierniach zewnętrznych. Zasadniczo jednak, z technicznego punktu widzenia, również te przeszkody można uznać obecnie za rozwiązane. W dziedzinie niskotemperaturowych powłok proszkowych, Karl Bubenhofer AG (Kabe Farben) reprezentowany przez polski oddział Farby Kabe Polska sp. z o.o. posiada wieloletnie i bogate doświadczenie, dzięki czemu oferuje szeroką gamę produktów w wielu wariantach wykończenia przeznaczonych do stosowania we wszystkich gałęziach przemysłu.

Ultraniskotemperaturowe powłoki proszkowe

Specjalnym obszarem, który nadal można opisać jako młody, są tak zwane ultraniskotemperaturowe powłoki proszkowe. Kabe Farben klasyfikuje produkty tego segmentu jako możliwe do utwardzania przy parametrach od 10 min 140°C i niżej. Są to wysoce reaktywne systemy powłok proszkowych, które są produkowane z zastosowaniem specjalnie zaprojektowanych, bardziej złożonych procesów produkcyjnych, a ich właściwości muszą być dostosowywane do konkretnej aplikacji znacznie ściślej niż ma to miejsce w przypadku niskotemperaturowych powłok proszkowych.

Problemy, które pojawiają się wraz z obniżeniem temperatury utwardzania, można wyjaśnić przez bardziej szczegółowe rozważenie tego procesu. Zasadniczo można rozróżnić następujące podprocesy:

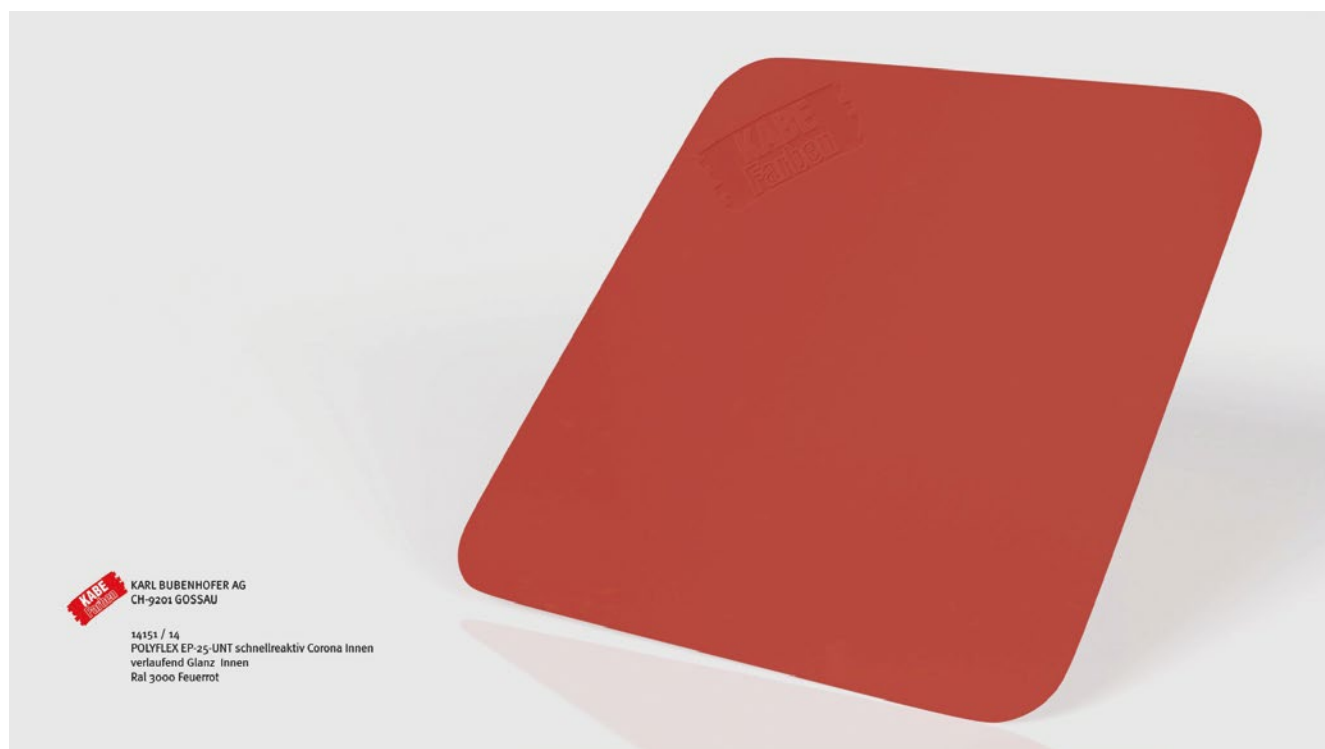
- stopienie proszku do postaci płynnej,
- zwilżanie podłoża i rozlanie,
- reakcja utwardzania.

W przypadku standardowych proszków, jak i większości systemów niskotemperaturowych, te dwa ostatnie etapy są względnie dobrze oddzielone od siebie, choć należy zauważyć, że przejścia pomiędzy nimi są zawsze płynne. W przypadku ultraniskotemperaturowych powłok proszkowych, etapy zwilżania podłoża i rozlania przenikają się wzajemnie z procesem utwardzeniem powłoki. W konsekwencji, znacznie trudniejsze jest oddzielenie tych procesów od siebie lub dostosowanie systemu w taki sposób, aby te trudne do rozdzielenia i równoległe procesy nadal pozwalały na uzyskanie akceptowalnych właściwości powierzchni powłoki lakierniczej.

Ponadto, proces produkcji powłok proszkowych, którego jednym z etapów jest obróbka termiczna poprzez wytłaczanie, staje się droższy, jeżeli temperatura procesu jest bliska dolnej temperaturze utwardzania powłoki proszkowej. W produkcji powłok proszkowych tzw. premiksi surowców są topione w ekstruderze zazwyczaj w temperaturach od 100 do 130°C, dyspergowane i wypychane. W przypadku ultraniskotemperaturowych proszków oznacza to, że znajdują się one w zakresie temperatury reakcji utwardzania, co może skutkować wystąpieniem czasem intensywnej przedreakcji już w fazie produkcji. Dlatego wymagania procesowe dla produkcji takich powłok są wysokie, a w wielu przypadkach konieczne staje się używanie specjalnie

zoptymalizowanych i zazwyczaj droższych surowców, odpornych w pewnym stopniu na wymienione czynniki. W większości przypadków wydajność produkcji w procesie produkcyjnym spada znacząco z powodu konieczności zapewnienia bardziej precyzyjnych warunków przetwarzania. Niemniej, rozpatrując zagadnienie całościowo, pomimo dodatkowych kosztów, w wielu zastosowaniach widoczne są wyraźne korzyści ekologiczne i ekonomiczne.

Systemy ultraniskotemperaturowe mogą obecnie osiągać bardzo wysokie prędkości reakcji. Najszybsze systemy dostępne obecnie na rynku pozwalają na uzyskanie utwardzenia w zakresie od 2 do 5 minut przy temperaturach obiektu od 120 do 130°C. Są to głównie produkty tworzące powłoki o drobnej strukturze, ponieważ bardzo szybkie utwardzanie nawet w piecach NIR nie jest w stanie zapewnić warunków do dobrego rozlania powłoki. Z fizykochemicznego punktu widzenia systemy gładkie również mogą być już dostępne, ale muszą jeszcze zostać pokonane pewne przeszkody techniczne, zanim wejdą one na rynek. W tym miejscu należy przynajmniej pobieżnie odnieść się do technologii systemów powłok proszkowych utwardzanych promieniowaniem UV, które mogą korzystać z wyraźnego rozdzielenia między zjawiskami topienia i zwilżania podłoża, rozlania, a reakcją utwardzania. Dotychczas ugruntowały się one na rynku





tylko w nielicznych niszach z tego względu, że większość standardowych potrzeb związanych z lakierowaniem proszkowym można zaspokoić z pomocą tradycyjnego sieciowania termicznego, ponadto powłoki proszkowe UV wymagają także zmiękczenia poprzez topnienie termiczne. Dodatkowo, uwidoczniają się ograniczenia związane z zawartymi w produktach inicjatorami rodnikowymi i wysokim poziomem cen komponentów wiążących. W zależności od odcienia koloru, podczas utwardzania mogą również wystąpić trudności związane z zachowaniem absorpcyjnym niektórych pigmentów w zakresie promieniowania UV.

Powodzenie użycia wysoce reaktywnych systemów termoutwardzalnych zależy w większości przypadków od szybkiego i skutecznego transferu ciepła, jakie możliwe jest do osiągnięcia za pomocą promienników podczerwieni. Istnieje jednak ryzyko, że powłoka może zostać bardzo szybko podgrzana do punktu rozlania i utwardzenia bez wymaganego zwilżenia podłoża. Dla zastosowań w piecach konwekcyjnych, minimalne parametry, które można obecnie zastosować, to około 10 do 15 minut przy 130°C lub 6 do 10 minut przy 140°C temperatury obiektu. Niższą możliwą do osiągnięcia reaktywność można wyjaśnić tym, że krzywe temperatur osiąganych w piecach konwekcyjnych są wypłaszczone, szczególnie dla bardziej masywnych części, i powinno pozostawić się margines bezpieczeństwa czasu potrzebnego na właściwe rozlanie proszku.

W przeciwnym razie uzyskanie akceptowalnej powłoki może nie być możliwe.

Należy zauważyć, że bardzo masywne części cechuje czasami tak niska prędkość przyjmowania ciepła, że nawet przy bardzo dobrze zoptymalizowanych systemach nie można osiągnąć pożądaných właściwości powłoki. Dodatkowo, wysoka reaktywność systemów ultraniskotemperaturowych ogranicza ich trwałość, ponieważ ze względów termodynamicznych pewna reakcja wstępna zawsze zachodzi nawet przy temperaturach otoczenia. Ściślej rzecz ujmując, jest to również zjawisko dotyczące standardowych powłok proszkowych, ale w ich przypadku efekt ten jest znacznie słabszy. Niektóre ultraniskotemperaturowe farby proszkowe transportowane i przechowywane powinny być w warunkach chłodniczych – ogólnie rzecz biorąc, ich trwałość znacznie wzrasta w miarę obniżania temperatury przechowywania. W wielu przypadkach doświadczenie pokazuje, że obniżenie temperatury otoczenia o 10°C skutkuje przedłużeniem trwałości o wskaźnik 2 do 3.

Obecnie na rynku ilość produktów w tym szczególnym segmencie wyrobów jest bardzo ograniczona. Zdecydowana większość z nich nadaje się tylko do użytku wewnętrznego. Jednak już istnieją pewne produkty o bardzo dobrej odporności na promieniowanie UV zaprojektowane z myślą o zastosowaniach zewnętrznych – takie rozwiązania znajdują się od dłuższego czasu w ofercie Kabe Farben i cieszą się stale rosnącą popularnością wśród odbiorców. ✘





szwajcarska **jakość.**



Farby Proszkowe
jakość najwyższej wagi.

