

Ekologiczne metody odtłuszczania powierzchni

Tradycja

Wiele lat temu oczyszczanie powierzchni przy użyciu rozpuszczalników chlorowanych otworzyło nowy rozdział w technologii lakierniczej. Ich zdolność do całkowitego odtłuszczania wielu rodzajów podłoża dała szansę zastosowania niezwykle wytrzymałych polimerów do kompozycji materiałów powłokowych. Wcześniej te użyteczne spoiwa nie mogły być stosowane z powodu słabej przyczepności do powierzchni pokrytej nawet znikomą ilością oleju, smaru lub inhibitorów korozji. Rozpuszczalniki chlorowane nie tylko potrafią usunąć z powierzchni najmniejsze ślady zanieczyszczeń organicznych, ale również są niepalne i nie tworzą w zwykłych warunkach mieszanin zdolnych do eksplozji. Dzięki temu można było bardzo tanio zmechanizować szereg procesów przygotowania powierzchni przed malowaniem. Instalacje do odtłuszczania w rozpuszczalnikach chlorowanych mogły być ustawiane w miejscach, gdzie prowadzono prace montażowe i obróbkę skrawaniem. Niskie koszty zakupu i zastosowania rozpuszczalników chlorowanych również stanowiły ważną kwestię dla technologa projektującego operację przygotowania powierzchni przed malowaniem. Kolejną wielce użyteczną cechą tej grupy chemikaliów była zdolność odpadów po myciu do znikania bez śladu w kanalizacji i w gruncie. W odróżnieniu do benzyny i nafty (również stosowanych do mycia powierzchni przed malowaniem) zużyte rozpuszczalniki chlorowane mają ciężar właściwy większy od wody. Nie tworzą więc na ziemi i wodzie oleistych plam, a ich opary są niepalne. Dlatego problem zużytych czynników myjących rozwiązywano niezwykle prosto, wylewając je do kanału jako niepalne ścieki przemysłowe.

Niestety przy wszystkich zaletach chemikalia te mają wadę, która ujawniła się kiedy skala ich upowszechnienia w przemyśle była już ogromna. Po dziesięcioleciach obecności chlorowanych rozpuszczalników w technologii okazało się, że niemal wszystkie są niezwykle szkodliwe dla zdrowia pracowników. Obraz kliniczny i epidemiologiczny schorzeń wywoływanych przez te chemikalia był alarmujący. Równocześnie stwierdzono, że podziemne ładunki odpadów nadal zachowują swoją ekstremalną szkodliwość dla środowiska i dla ludzi narażonych na ich długotrwałe oddziaływanie. Trwałość skażeń gleby i wód podziemnych wynika z odporności węglowodorów chlorowanych na działanie bakterii glebowych. Nieliczne bakterie potrafią skonsumować te chemikalia bez utraty swoich zdolności przetrwania. W efekcie skażenia zamiast zanikać, rozprzestrzeniają się na coraz większe odległości od miejsca zrzutu odpadów. Podobnie jak w przypadku ludzi narażonych na działanie tych rakotwórczych chemikaliów, skażone warstwy wodonośne chorują i stają się miejscem rozwoju nowotworu ekosystemu.

Zmiany

Cywilizowane państwa podjęły porozumienie o ograniczaniu i zaprzestaniu użytkowania najbardziej trujących rozpuszczalników chlorowanych. Wiąże się z tym konieczność opracowania i upowszechnienia alternatywnych metod oczyszczania i odtłuszczania powierzchni przed malowaniem. Obecnie większość technologii dotychczas zużywających rozpuszczalniki chlorowane doczekała się modyfikacji i umożliwia stosowanie przyjaznych dla środowiska rozpuszczalników bezchlorowych. Rozwinęły się też zupełnie nowe

technologie bezropuszczalnikowe, a rozwój technologiczny materiałów powłokowych zmierza w kierunku uzyskania produktów mniej wrażliwych na usterki przygotowania powierzchni. Przedstawię tu niektóre z nowoczesnych technik odtłuszczania, zdolnych do zastąpienia technik zużywających rozpuszczalniki chlorowane.

Mycie wodą

Rozpuszczalnikiem do mycia i odtłuszczania powierzchni może być wodny roztwór środków powierzchniowo-czynnych, przeciwpiannych, kwasów lub zasad i odpowiednich dodatków, zatrzymujących korozję. Często w skład roztworu wchodzi neutralne rozpuszczalniki, wspomagające proces rozpuszczania zanieczyszczeń. Roztwory te są używane w procesach nisko i wysokotemperaturowych. Urządzenia myjące wyposażone są często w pełną automatykę procesu. W zależności od stopnia zanieczyszczenia i rodzaju powierzchni mogą być wykorzystywane elementy mechanicznego wspomaganie procesu rozpuszczania, takie jak wysokoenergetyczne oczyszczanie strumieniowe, wielokrotne natryski roztworu i wody z osuszaniem (strumieniem powietrza, odśrodkowe, radiacyjne, itp.). Elementy o dużej odporności mechanicznej (ceramika, aluminium, plastik, szkło, części elektroniczne, drut, kable, itp.) coraz częściej oczyszczane są metodą ultradźwiękową. W aparacie ultradźwiękowym na powierzchni detalu tworzą się strefy lokalnego wysokiego (do 1000 atm) i niskiego (do - 1 atm) ciśnienia, co powoduje zjawisko kawitacji. Wyzwalana energia tworzy na powierzchni przesuwające się strefy o chwilowej temperaturze do 10,000 °C. Powoduje to przejście zanieczyszczeń do fazy roztworu i zdjęcie luźno związanych zanieczyszczeń nierozpuszczalnych.

Mycie wodą obok wielu zalet powoduje powstawanie znacznych ilości ścieków. Wiele części metalowych trzeba chronić przed korozją, szczególnie uciążliwą jeśli rodzaj zanieczyszczenia wymaga stosowania kwasów lub zasad zdolnych do uszkodzenia powierzchni (uwodornienie lub utrata warstwy pasywacyjnej).

Alternatywne Rozpuszczalniki

Mycie wielu delikatnych części wymaga zastosowania rozpuszczalników i aparatów do odtłuszczania w temperaturze otoczenia lub w oparach rozpuszczalnika. Niestety większość alternatywnych rozpuszczalników nie może w pełni zastąpić dotychczas stosowanych chlorowcopochodnych. Są mniej uniwersalne i wymagają przebudowy lub całkowitej wymiany urządzeń. Są też często łatwopalne i trudne do odzyskania w tradycyjnych aparatach do recyklingu. Ponadto większość z nich ma na rynku wysokie ceny, gdyż są produktami nowymi i pochodzą ze złożonych syntez. Niemniej względy ekologiczne przyczyniają się do coraz większego upowszechnienia rozpuszczalników alternatywnych:

- D-Limonen jest produktem naturalnym o wysokiej temperaturze zapłonu (powyżej 70 °C).
- N-metylo-2-piryldon (tzw. M-pyrol lub NMP) jest produktem syntetycznym o dużej czystości, wysokiej temperaturze zapłonu i niskiej lotności. Dlatego jest często stosowany w urządzeniach ultradźwiękowych.
- Metylosiloksany (tzw. VMS) to szereg nowych kompozycji niskocząsteczkowych związków silikonowych, które służą najczęściej do mycia tworzyw sztucznych i elastomerów. Są bardzo efektywnym środkiem do odtłuszczania, gdyż rozpuszczają

większość zanieczyszczeń, łatwo odparowują, zwilżają wiele rodzajów powierzchni i nie pozostawiają śladów. Mogą zastąpić węglowodory chlorowane bez wymiany sprzętu do odtłuszczania i recyklingu. Jednak należy zwiększyć poziom zabezpieczenia miejsca pracy, gdyż są palne, tworzą mieszanki wybuchowe z powietrzem, a ponadto ich opary są szkodliwe dla zdrowia.

- Węglowodory alifatyczne są od dawna stosowane do operacji oczyszczania powierzchni (np. eter naftowy, kerosen, itp.). Obecnie dostępne są nowe gatunki produktów, które specjalnie oczyszczane są z domieszki węglowodorów aromatycznych (z uwagi na ich własności rakotwórcze). Pomimo wielu cech dodatnich, rozpuszczalniki węglowodorowe zawsze będą wymagały dużej ostrożności z powodu zagrożenia pożarowego i niskich wartości dopuszczalnych stężeń w miejscu pracy.
- Etery fluorowęglowodorowe (tzw. HFE) i perfluorowęglowodory to nowe i jeszcze rzadko stosowane zamienniki freonów i chlorowanych węglowodorów. Są nawet bardziej lotne i nie stanowią zagrożenia dla warstwy ozonowej. Mogą więc być idealnym zamiennikiem dla tradycyjnych rozpuszczalników.
- Inne rozpuszczalniki syntetyczne, takie jak ketony, alkohole, estry i etery, używane są w postaci wielu specjalnie komponowanych roztworów o dużej efektywności. Niestety, wiele z nich zawiera niebezpieczne dla zdrowia lotne związki organiczne, a niemal wszystkie tworzą mieszaniny wybuchowe z powietrzem. Równocześnie tworzą szkodliwe dla zdrowia opary o przykrym zapachu, więc używanie ich do odtłuszczania wymaga hermetycznych komór i dobrych zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Odtłuszczanie bezroztworowe

Wszystkie rozpuszczalniki i wodne roztwory chemikaliów mogą być prędzej lub później zagrożone restrykcjami ekologicznymi. Wynika to z tendencji do ograniczania ilości odpadów powstających przy produkcji. Równocześnie w wielu sektorach najnowocześniejszych gałęzi przemysłu rosną wymagania wobec technologii oczyszczania powierzchni. Z tych powodów prowadzone są intensywne prace nad upowszechnieniem (więc obniżeniem kosztów użytkowania) nowych technologii bezodpadowych. Wymienione poniżej mogą być jednymi z najważniejszych w tej grupie technik odtłuszczania.

Próżniowe

Ogrzane przedmioty umieszczane są w komorze próżniowej, gdzie odparowują wszystkie, nawet trudno lotne zanieczyszczenia olejowe. Metoda ta jest stosowana dla metalowych detali o niewielkich wymiarach, które wcześniej były myte lub zabezpieczone olejami lekkimi. Wprawdzie koszt urządzeń jest tu znaczny, ale praca tą techniką jest efektywna i tania. Ponieważ powierzchnie nie stykają się z wodą, problemy z korozją można łatwo ominąć.

Ablacja

Powierzchnia oczyszczanego obiektu jest napromieniowywana krótkimi impulsami lasera wysokoenergetycznego. Powoduje to gwałtowne ogrzanie i odparowanie zanieczyszczeń wraz z bardzo cienką warstwą podłoża. Metoda umożliwia precyzyjne oczyszczenie niewielkich fragmentów powierzchni. Z tego powodu technika ta jest użyteczna szczególnie przy konserwacji samolotów i sprzętu badawczego (można

usunąć mikronowe zanieczyszczenia z elementów półprzewodnikowych i innych wrażliwych detali).

Płyn w Stanie Nadkrytycznym

Pod wysokim ciśnieniem i w wysokiej temperaturze powstaje faza płynu w stanie nadkrytycznym. Jej charakterystyczną cechą jest zdolność do rozpuszczania materiałów zarówno polarnych, jak i niepolarnych. Medium najczęściej używanym w przemyśle jest dwutlenek węgla. Detale oczyszczone w komorze ciśnieniowej nie wymagają już żadnej obróbki przed nakładaniem powłoki, a jedynym odpadem są usunięte zanieczyszczenia. Metodę tą stosuje się do stali nierdzewnych, miedzi, srebra, struktur porowatych i półprzewodnikowych. Wprawdzie koszt urządzeń jest znaczny, jednak ich użytkowanie jest już stosunkowo niedrogie.

Restrykcje uruchomiły postęp

Kosztowne prace związane z wdrożeniem nowych technologii odłuszczenia zostały sprowokowane przez nacisk Administracji Ekologicznej. Wcześniej technolog i projektant musiał wybierać między nakładami na nowe technologie, a sumą kosztów ogólnych zakładu (dekontaminacji otoczenia zakładu, utylizacji odpadów, zabezpieczenia środowiska pracy i opłatami za emisje do atmosfery). Wybór nie był łatwy, bo inwestycje wiązały się z ryzykiem procedury innowacyjnej, a opłaty ekologiczne można było powiązać z kosztami ruchu zakładu. Dopiero więc określenie nieprzekraczalnego terminu wykluczenia z użytkowania kolejnych rodzajów rozpuszczalników chlorowanych postawiło przedsiębiorców pod ścianą. Powstał problem: albo wdrożymy rozwiązanie alternatywne albo trzeba zamknąć linię technologiczną. Już wiele przedsiębiorstw na świecie postawiło na nowe techniki odłuszczenia. Są one wprawdzie kosztowne, ale często okazuje się, że ich doskonałość techniczna poprawia standard zachowania jakości produktu końcowego.

tekst opublikowany w *Lakiernictwo Przemysłowe* 3'2000 str. 56-58