

Czyściej, mądrzej i taniej: Aby warsztat przetwórstwa poliestrów był bezpieczny i czysty

Pomyśl dwa razy. Pracuj bezpiecznie.

Ochrona osobista w czasie nakładania żywicy UP i żelkotu



-  Kombinezon ochronny z kapturem
-  Aparat oddechowy z maską ochronną
-  Rękawice chroniące przed chemikaliami
-  Obuwie ochronne

Ochrona osobista podczas cięcia lub piaskowania utwardzonego



-  Rękawice chroniące przed
-  Aparat oddechowy z maską ochronną
-  Kombinezon ochronny z kapturem
-  Obuwie ochronne

Dopilnować, aby miejsce pracy było bezpieczne i czyste

-  Nauszniki lub zatyczki do uszu w razie potrzeby
-  Kask w razie potrzeby
-  Okulary ochronne w razie potrzeby
-  Maska przeciwpylowa w razie potrzeby
-  Wentylacja miejscow jeżeli to możliwe
-  Utrzymywać miejsce pracy w czystości
-  Zamknąć pokrywy
-  Umyć ręce po pracy

The European UP/VE Resin Association

Wprowadzenie:

Najważniejszym monomerem nienasyconych żywic poliestrowych (ang. unsaturated polyester resins, UPR) stosowanych do tworzenia części kompozytowych jest styren. Styren jest klasyfikowany jako substancja niebezpieczna, dlatego należy przestrzegać pewnych środków ostrożności związanych z bezpieczeństwem.

Narażenie zawodowe na styren jest ściśle regulowane w każdym kraju. W większości krajów ustalono wartość maksymalnego dopuszczalnego stężenia (ang. Maximum Allowable Concentration, MAC) albo progową wartość graniczną (ang. Threshold Limit Value, TLV), która określa maksymalne stężenie w atmosferze miejsca pracy, na które może być narażony pracownik w czasie dnia pracy trwającego 8 godzin.

Rozporządzenie REACH UE nakłada na producentów styrenu i dalszych użytkowników obowiązek zapewnienia bezpiecznego miejsca pracy ze styrenem. Dlatego też ważne jest, aby w przemyśle kompozytów przestrzegano ostatnich przepisów prawnych.

Ponadto, dzięki zapewnieniu właściwie kontrolowanego środowiska pracy gwarantowana jest wyższa jakość produktów i lepsza pozycja wśród konkurencji.

W niniejszym dokumencie przedstawiono dostępne możliwe środki, które można podjąć w warsztacie przetwórstwa poliestrów, aby kontrolować narażenie pracowników i środowiska, oraz aby ulepszyć środowisko pracy. Przedstawiono zbiór różnych tekstów pochodzących z pełnej serii przewodników bezpiecznego postępowania, które znajdują się na stronie:

www.upresins.org

Bezpieczne postępowanie z nienasyconymi żywicami poliestrowymi

Początek: poznanie zagrożeń. Przeczytać wszystkie instrukcje dotyczące bezpieczeństwa przedstawione w kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych. W razie wątpliwości zapytać dostawcę.

Stosowanie żywic UP zawierających styren wiąże się z kilkoma swoistymi zagrożeniami:

Palność

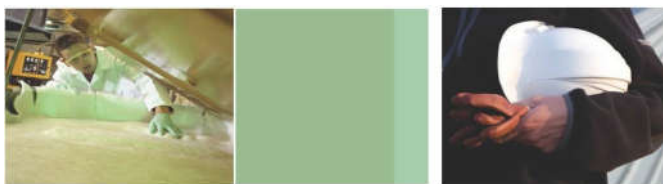
Temperatura zapłonu styrenu wynosi 32°C, co oznacza, że żywice UP należą do kategorii łatwopalnych cieczy. Dlatego należy je przechowywać z dala od płomieni i innych możliwych źródeł zapłonu. W miejscach przechowywania i stosowania żywic muszą być dostępne gaśnice, ponadto są wymagane przeciwwybuchowe instalacje elektryczne. Dopilnować, aby operatorzy otrzymywali regularne, pełne szkolenie w zakresie zasad postępowania z sprzętem służącym do gaszenia pożaru.

Elektryczność statyczna

Podczas pracy z materiałami o niskiej przewodności elektrycznej może się tworzyć elektryczność statyczna. Żywice UP i włókno szklane należą do tej kategorii. Zapewnić właściwe uziemienie, jeżeli obecne są ciecze lub gazy łatwopalne i unikać warunków, które mogą powodować wyładowanie elektryczności statycznej.

Narażenie zawodowe na działanie styrenu

W większości krajów ustalono wartość maksymalnego dopuszczalnego stężenia (ang. Maximum Allowable Concentration, MAC) albo progową wartość graniczną (ang. Threshold Limit Value, TLV), która określa maksymalne



Bezpieczne postępowanie z materiałami składowymi

Materiały składowe, takie jak nadtlenki organiczne, wypełniacze i włókno szklane, podnoszą różne zagadnienia bezpieczeństwa. Aby zapewnić bezpieczne stosowanie, należy zawsze zapoznać się z kartą charakterystyki substancji niebezpiecznej, aby uzyskać dokładniejsze informacje na temat bezpieczeństwa albo skontaktować się z dostawcą.

Nadtlenki organiczne (katalizatory)

Nadtlenki organiczne są wrażliwe na ciepło, a tym samym nie są stabilne w wysokiej temperaturze. Należy obchodzić się z nimi wyjątkowo ostrożnie. Przestrzegać maksymalnej temperatury przechowywania i unikać ewentualnego skażenia przez pył, rdzę i cząstki metalu. Pojemniki należy zawsze trzymać zamknięte i ściśle przestrzegać wymaganych zasad przechowywania.

Przyspieszacze i promotory

Należy ostrożnie obchodzić się z przyspieszaczami i promotorami, do których należą np. związki kobaltu, aminy trzeciorzędowe. Należy również zapoznać się z kartą charakterystyki substancji niebezpiecznej w celu uzyskania informacji dotyczących bezpieczeństwa. Przyspieszacze i promotory mogą reagować gwałtownie z nadtlenkami organicznymi, dlatego też produkty te należy przechowywać bez bezpośredniego kontaktu z nadtlenkami organicznymi.

Rozpuszczalniki do czyszczenia

Do przemysłu kompozytów wprowadzono nowe typy przyjaznych dla środowiska rozpuszczalników do czyszczenia służących do usuwania żywic poliestrowych ze sprzętu produkcyjnego, powierzchni roboczych i podłóg produkcyjnych. Te nowe typy produktów skutecznie zastępują tradycyjne i bardziej niebezpieczne rozpuszczalniki stosowane do czyszczenia w tym przemyśle, jak aceton i chlorek metylenu. Zazwyczaj te nowe rozpuszczalniki czyszczące łączą zalety dobrej wydajności, bezpiecznego stosowania, zgodności z przepisami i niewielkiego wpływu na środowisko. Proszę skontaktować się z dostawcą albo dystrybutorem żywic, aby uzyskać informacje na temat asortymentu dostępnych rozpuszczalników do czyszczenia. W czasie czyszczenia sprzętu należy zawsze nosić odpowiednią ochronę skóry i oczu.

Wypełniacze

Uważa się, że większość wypełniaczy stosowanych w przemyśle kompozytów to materiały obojętne, które można traktować jak odpady obojętne. Ale zawsze należy zapoznać się z kartą charakterystyki substancji niebezpiecznej dla danego typu wypełniacza w celu zapoznania się z ewentualnymi ograniczeniami.

Włókno szklane

Narażenie zawodowe na działanie styrenu

Proces	% utraty
Procesy formowania otwartego	
Natrysk żelkotu	10-14
Natrysk, żywica nie-LSE	7-10
Żelkot, nakładanie pędzlem	6-8
Metoda nawijania	5-7
Laminowanie ręczne, żywica nie-LSE	4-6
Natrysk, żywice LSE / LSC	4-6
Nawierzchniowo, natrysk	4-5
Nawierzchniowo, nakładanie pędzlem	3-4
Laminowanie ręczne, żywice LSE / LSC	3-4
Pultruzja (metoda przeciągania)	1-3
Polimerobeton itp.	1-3
Procesy formowania zamkniętego	
Laminowanie ciągłe	1-2
Wytwarzanie SMC/BMC	1-2

W czasie stosowania nienasyconych żywic poliestrowych (UP) pracownicy są narażeni na opary monomeru styrenu. Poziom dopuszczalnego stężenia w miejscu pracy w większości krajów europejskich zależy od maksymalnego dozwolonego poziomu narażenia. Poziom narażenia na styren w bardzo dużym stopniu zależy od zastosowanej techniki przetwarzania.

Różne metody stosowania mają różnoraki wpływ na ilość styrenu, która ulega odparowaniu z powierzchni żywicy. Dla przykładu w tabeli przedstawiono typową procentową utratę styrenu przy różnych metodach przetwarzania.

Ważne jest, aby regularnie oceniać poziom styrenu w miejscu pracy. Dostępny jest odrębny biuletyn informacyjny, w którym opisano dostępny na rynku sprzęt do pomiaru i monitorowania stężenia styrenu.

Zmniejszanie poziomu narażenia

Istnieje wiele sposobów pozwalających na zmniejszenie poziomu narażenia. Niektóre wiążą się z właściwym doбором surowców, inne z procesem albo stosowanym sprzętem, zaś jeszcze inne ze świadomością i zaangażowaniem pracownika.

Metody czyszczenia

Właściwe zasady utrzymywania porządku mogą mieć znaczny wpływ na zmniejszenie poziomu narażenia na styren. Mają także bardzo korzystny wpływ na bezpieczeństwo i koszty pracy. Wszędzie, gdzie to możliwe, należy stosować żywice LSE i zawsze stosować żywicę o najmniejszej możliwej zawartości styrenu.

Unikanie otwartych wiader i kubłów z żywicą/żelkotem

Żywicę i żelkot należy zawsze przechowywać osobno w odpowiednio wentylowanym pomieszczeniu. Unikać nadmiernego natrysku i rozlania w czasie natryskiwania/laminowania. Ewentualne wycieki należy jak najszybciej usunąć. Unikać otwartych pojemników na odpady i dopilnować, aby wszystkie pozostałości laminatów oraz materiałów i papierów zanieczyszczonych przez żywicę usuwano do zamkniętego pojemnika.

Utrzymywanie niskiej temperatury w warsztacie

W przypadku wysokiej temperatury w warsztacie parowanie styrenu, a tym samym narażenie i emisja także będą większe.

Stosowanie środków ochrony osobistej, kiedy to konieczne

Ochronę dróg oddechowych należy stosować zawsze, gdy poziom narażenia przekracza maksymalne dopuszczalne stężenia. Chociaż narażenie na styren ma miejsce głównie po narażeniu przez drogi oddechowe, należy unikać nadmiernego kontaktu skóry z żywicą, co oznacza, że zawsze należy nosić odzież ochronną i rękawice ochronne.

Przeprowadzanie procesów formowania zamkniętego, kiedy to możliwe

Stosować metody stosowania z wykorzystaniem żywicy w postaci nierozpylonej np. podajnik rolkowy, albo stosować nowoczesny sprzęt do natrysku z dyszami ograniczającymi płyn. Natrysk automatyczny jest odpowiedni, jeżeli liczebność produktów jest odpowiednio duża.

Jeżeli to możliwe, warto wprowadzić formowanie zamknięte. Nie tylko emisja styrenu zostanie istotnie zmniejszona, ale produkty końcowe będą także charakteryzować się lepszą jakością.

Metody formowania zamkniętego obejmują technologię tłoczenia (ang. resin transfer moulding, RTM), wtryskiwania (część wewnętrzną i część zewnętrzną) lub wlewu żywicy (elastyczne formy tworzące część wewnętrzną).

Żywice o niskiej emisji styrenu i niskiej zawartości styrenu

Żywice o niskiej emisji styrenu (ang. Low Styrene Emission, LSE) są produkowane w taki sposób, że w czasie produkcji żywicy dodawane są dodatki obniżające parowanie. Te dodatki tworzą nad powierzchnią żywicy błonę, gdy forma jest pozostawiona do odstania. Dodatki LSE są skuteczne wyłącznie w czasie statycznej fazy procesu.

Inną metodą zmniejszenia emisji styrenu z żywic UP jest zmniejszenie zawartości styrenu w żywicy. W wyniku takiego procesu powstają żywice o niskiej zawartości styrenu (ang. Low Styrene Content, LSC).

Zmniejszenie emisji styrenu dzięki zmniejszeniu zawartości styrenu jest najbardziej skuteczne w dynamicznej fazie procesu laminowania. Po dodaniu do żywicy LSC dodatków obniżających parowanie można w jeszcze większym stopniu zmniejszyć emisję styrenu. Ze względu na swój charakter chemiczny żywice oparte na DCPD (dicyklopentadienie) albo estrze winylowym charakteryzują się pierwotnie niższą zawartością styrenu.

Żywice LSE i LSC w istotny sposób wpływają na emisję styrenu. Mogą zmniejszyć całkowitą emisję o 30–50%, zależnie od procesu stosowania. A dzięki połączeniu obu technologii (LSC + LSE) można zmniejszyć emisję jeszcze o 10–20%.

Wentylacja miejsca pracy

Dzięki odpowiednio zaprojektowanemu i skonfigurowanemu warsztatowi jakość produktów jest wyższa, koszty niższe, a środowisko pracy lepsze. W szczególności należy zwrócić uwagę na następujące aspekty:

Warsztat powinien być zamknięty. Dobrze zaprojektowany system wentylacji będzie skuteczny tylko wtedy, gdy strumienie powietrza nie będą zaburzane przez przepływ z otwartych okien lub drzwi. Otworzenie drzwi latem w celu obniżenia temperatury często skutkuje wyższym narażeniem na styren.

W czasie pracy z żywicami poliestrowymi większość oparów styrenu jest tworzona w czasie formowania. Należy je usuwać z powietrza z miejsca położonego jak najbliżej źródła. Zapewnia to najbardziej wydajną wentylację warsztatu i oznacza, że opary styrenu można usuwać w stosunkowo wysokich stężeniach przy niskiej objętości przemieszczenia powietrza. Jeżeli opary styrenu mogą się rozprzestrzeniać po warsztacie, wydajność wentylacji potrzebna do ich usunięcia jest znacznie większa.

Ogólna wentylacja w warsztacie

W czasie stosowania ogólnej wentylacji w warsztacie (zwanej także wentylacją rozcieńczającą) całkowita objętość powietrza w warsztacie jest wymieniana kilka razy na godzinę. Tego typu wentylacja jest stosunkowo prosta i daje znaczną elastyczność przemieszczania materiałów i produktów w warsztacie. Ogólna wentylacja w warsztacie nie zawsze jest wystarczająca, zwłaszcza w przypadku dużych form, jak łodzie czy silosy.

Wentylacja lokalna

Bardziej wydajną metodą od ogólnej wentylacji warsztatu jest wentylacja miejscowa. Opary styrenu są usuwane przez okapy wentylacyjne zainstalowane jak najbliżej miejsca tworzenia się styrenu.

Wentylacja strefowa

Wentylacja strefowa łączy wentylację ogólną i lokalną. W takim przypadku część całego warsztatu albo przedziału jest wentylowana w taki sposób, że styren jest usuwany, zanim rozprzestrzeni się w powietrzu całego warsztatu. Komory do natryskiwania są dobrym przykładem stosowania wentylacji strefowej. Komora do natryskiwania to przedział, który jest mniej więcej oddzielony od reszty warsztatu. Strumień powietrza można wtedy lepiej kontrolować i potrzeba mniejszej ilości powietrza do usunięcia oparów styrenu.

Metody ograniczania poziomu styrenu

Najbardziej skuteczną metodą ograniczania jest uniemożliwienie przedostania się styrenu do miejsca pracy, a następnie do atmosfery. Przy nakładaniu do form otwartych zastosowanie żywic o niskiej emisji styrenu oraz o niskiej zawartości styrenu będzie pomocne w tym względzie. Dzięki temu zmniejszy się poziom emisji LZO w porównaniu z konwencjonalnymi żywicami. Jeszcze bardziej skuteczne jest stosowanie metod formowania zamkniętego, jak infuzja próżniowa, RTM oraz wytłaczanie na gorąco i zimno.

W sytuacjach, w których emisję styrenu należy kontrolować, istnieje kilka metod ograniczania.

Spopielenie

Spopielenie w wysokiej temperaturze albo spopielenie katalityczne (w niższej temperaturze) pozwala uzyskać wysoką skuteczność na poziomie około 99% z recyklingiem energii. Aby proces był ekonomicznie opłacalny, należy wykorzystać jako paliwo wyłącznie palną substancję zanieczyszczającą i nie należy wprowadzać dodatkowego paliwa (z wyjątkiem momentu rozpoczęcia procesu i w trakcie krótkich przerw). Zaletą utleniaczy katalitycznych jest możliwość stosowania przy niższych temperaturach pracy i uzyskiwanie większej skuteczności w rozkładaniu w porównaniu z utleniaczami termicznymi, co oznacza również niższe koszty operacyjne. Niemniej jednak koszt zastosowania katalizatora wiąże się zazwyczaj z wyższym kosztem inwestycyjnym. Systemy minikatalityczne można stosować w przypadkach, gdy tempo przepływu powietrza jest niskie albo jeżeli emisje są przerywane.

Bezpośrednie utleniacze termiczne

Regeneracyjne utleniacze termiczne pozwalają uzyskać wysoką wydajność rozkładu (96-98%) z wynoszącym 90% odzyskiem ciepła przy zastosowaniu podłoża żwirowego lub ceramicznego. Można działać auto-termicznie bez dodatkowego rozpuszczalnika, przy odzysku rozpuszczalnika wynoszącym około 1 g/m³. Przy stężeniach przy wlocie poniżej tego poziomu są potrzebne dodatkowe źródła energii, gaz/elektryczność, aby utrzymać odpowiednią temperaturę utleniacza.

Systemy biofiltracji

Biofiltracja to utlenianie bakteryjne materii organicznej, którego skutkiem jest przekształcenie materii organicznej, jak w czasie spopielenia, do gazów opartych na węglu i pary wodnej. Biofiltry są odpowiednie do usuwania niskich poziomów rozpuszczalnika, ale ich wadą jest czas rozkładu i kontrola procesu. Niektóre rozpuszczalniki są łatwo rozkładane przez drobnoustroje w filtrach, ale większe cząsteczki, jak styren, potrzebują dłuższego czasu przebywania w celu zapewnienia rozkładu, co wymaga zastosowania większych systemów o większej powierzchni.

Adsorpcja i absorpcja na półproduktach protektorowych

Te dwie technologie są podobne do siebie i różnią się jedynie podłożem, a ich wady są podobne. Adsorpcja zwykle następuje na filtrach węglowych, zaś absorpcja do cieczy. Po nasyceniu rozpuszczalnikiem podłoża są usuwane i wysyłane poza placówkę w celu regeneracji lub utylizacji.

Systemy stężeniowe

Systemy stężeniowe są prawdopodobnie najlepszą metodą uzyskania niskiego poziomu LZO w instalacjach wylotowych zwykle



The European UP/VE Resin Association
(a Cefic Sector Group)
Avenue E. van Nieuwenhuysse 4,
1160 Bruksela, Belgia
T +32 2 676 72 62
F +32 2 676 74 47
www.upresins.org



European Composites Industry Association (EuCIA)
Diamant Building
Bd A. Reyerslaan 80
1030 Bruksela, Belgia
T. +32 2 706 89 06
www.euCIA.eu

Niniejsza publikacja jest przeznaczona wyłącznie do przedstawienia wytycznych; informacje przedstawiono w dobrej wierze w oparciu o najlepsze informacje aktualnie dostępne, ale użytkownik korzysta z nich na własne ryzyko. Informacje zawarte w tym dokumencie przedstawiono w dobrej wierze i o ile są one dokładne zgodnie z wiedzą autorów, nie składa się żadnych deklaracji ani gwarancji co do ich kompletności i nie będzie ponoszona żadna odpowiedzialność za jakiegokolwiek szkody związane ze stosowaniem lub korzystaniem z informacji znajdujących się w tej publikacji.

Ostatnia aktualizacja wersji: marzec 2017 r.