PRZEWODNIK FEA: PODSTAWOWE WYMAGANIA BEZPIECZEŃSTWA W PRODUKCJI AEROZOLI

Wstęp do wydania polskiego

Szanowni Państwo,

Przekazujemy Państwu polską wersję językową przewodnika Europejskiej Federacji Aerozolowej (*European Aersol Federation FEA*) „*Guidelines on Basic Safety Requirements in Aerosol Manufacturing*". Tłumaczenie powstało w odpowiedzi na głosy licznych polskich firm branży aerozolowej, które jako trudność zgłaszały brak tego dokumentu w języku polskim.

Polskie Stowarzyszenie Przemysłu Kosmetycznego i Detergentowego jako członek Europejskiej Federacji Aerozolowej (*European Aerosol Federation FEA*) i jedyny reprezentant polskiej branży aerozolowej w tym stowarzyszeniu wystąpiło z wnioskiem i uzyskało zgodę władz FEA na przygotowanie polskich wersji przewodników FEA.

Zachęcamy Państwa do korzystania z przewodników. Zapraszamy także do udziału w spotkaniach Grupy Roboczej ds. Aerozoli, która została powołana w strukturze Polskiego Stowarzyszenia Przemysłu Kosmetycznego i Detergentowego.

Dziękuję serdecznie wszystkim tym z Państwa, którzy wsparli nas w opracowaniu polskiej wersji przewodnika FEA – służyli swoim bogatym doświadczeniem i wiedzą.

Wkrótce przygotowane zostaną dla Państwa kolejne przewodniki

Dr Anna Oborska
Dyrektor Generalny
Polskie Stowarzyszenie Przemysłu
Kosmetycznego i Detergentowego

Wstęp do wersji oryginalnej

Jako Prezes Europejskiej Federacji Aerozolowej (*European Aerosol Federation*) z prawdziwą przyjemnością przedstawiam wydanie trzecie Wytycznych FEA dotyczących podstawowych wymagań bezpieczeństwa w produkcji aerozoli, które zostały opracowane przez ekspertów z dziedziny produkcji aerozoli.

Produkcja aerozoli wymaga zazwyczaj zastosowania składników łatwopalnych i pędnych. Bezpieczeństwo obsługi i przetwarzania tych materiałów łatwopalnych jest zasadniczym wymogiem naszej branży. FEA przyjęła odpowiedzialność i wiodącą rolę w ciągłym aktualizowaniu przewodnika zawierającego jasne i praktyczne wskazówki dotyczące realizacji tego celu.

W Państwach Członkowskich Unii Europejskiej oraz w państwach kandydujących obowiązują przepisy prawa dotyczące bezpieczeństwa obsługi materiałów łatwopalnych i pędnych w zakładach produkcyjnych, a nowa dyrektywa Seveso III obowiązuje od 1 stycznia 2015 r.

Celem niniejszych wytycznych jest zapewnienie branży przydatnych wskazówek.

Naszą ambicją jest promowanie i wspieranie globalnego wdrożenia niniejszych wytycznych w celu osiągnięcia wysokiego poziomu bezpieczeństwa na całym świecie.

Jestem przekonany, że ten przewodnik będzie pomocny we wdrażaniu bezpiecznych procesów i praktyk przemysłowych.

Rolf Bayersdörfer
Prezes FEA
Październik 2013 r.

Podziękowania

Dziękujemy wszystkim członkom Grupy Roboczej ds. Bezpieczeństwa za ich zaangażowanie i bezcenny wkład w opracowanie niniejszych wytycznych:

Carlo BANZATTI	(AIA – Włochy)
Michael BAYER	(IGA – Niemcy)
Lars BLAK	(SAA – Szwecja)
Henri-Marc DE MONTALEMBERT	(CFA – Francja)
Alain D'HAESE	(FEA)
Eric ISSARTEL	(CFA – Francja)
Paul JACKSON	(BAMA – Wielka Brytania)
Heinz Theo KAEMMERLING	(IGA – Niemcy)
King KOOL	(NAV – Holandia)
Dominic MOONEY	(BAMA – Wielka Brytania)
Robert THOMPSON	(BAMA – Wielka Brytania)
Olivier VAN DER LINDEN	(DETIC – Belgia)
Ad VAN'T HART	(NAV – Holandia)

Spis treści

1 Cel Przewodnika 9

2 System bezpieczeństwa łatwopalnych materiałów pędnych 10

2.1. Przechowywanie materiałów pędnych 10
2.2. Postępowanie z materiałami pędnymi 10

3 Wytwarzanie formuły 13

3.1. Wprowadzenie 13
3.2. Wyposażenie elektryczne 14
3.3. Wentylacja 14
3.4. Infrastruktura 14
3.5. Procesy wytwarzania 15
3.6. Procedury czyszczenia 15
3.7. Przechowywanie 16

4 Napełnianie aerozoli gazem 17

4.1. Produkcja – ustalanie stref 17
..... 18
4.2. Wymagania dotyczące budowy pomieszczenia napełniania gazem 19
4.3. Wykrywanie gazu 20
4.4. Wentylacja / wentylacja wyciągowa 20
4.7. Wymagania elektryczne 22

5 Utylizacja wadliwych aerozoli 23

5.1. Usuwanie z linii i przechowywanie 23
5.2. Transport 23
5.3. Wytyczne dotyczące niszczenia na terenie zakładu 23
5.3.1 Urządzenia zabezpieczające 24
5.3.2 Elektryczne urządzenia zabezpieczające 25
5.4. Dokument BREF dotyczący zakładów przetwarzania odpadów 25

6 Próba kąpieli wodnej i metody alternatywne 26

7 Pozostałe wyposażenie na linii 27

7.1. Waga kontrolna 27
7.2. Wkładanie siłowników i zakręcanie 27
7.3. Pakowanie na końcu linii 27
7.3.1 Pakowanie 28
7.3.2 Foliowanie (w tym owijanie) 28

8 Transport i przechowywanie gotowych wyrobów aerozolowych na terenie zakładu 30

8.1. Transport 30
8.2. Przechowywanie 31

9 Elektryczność statyczna 33

9.1. Wprowadzenie 33
9.2. Metody kontroli elektryczności statycznej 33
9.2.1 Ciecze 34
9.2.2 Proszki/nieprzewodzące ciała stałe 34
9.2.3 Gazy 35
9.2.4 Przewody izolowane 35
9.3. Konserwacja i przegląd 35
9.3.1 Wyposażenie 35
9.3.2 Utrzymywanie czystości 36
9.4. Szkolenia 36
9.5. Obowiązki 36
9.6. Kwestie do rozważenia 37
9.6.1 Uziemienie i połączenie 37
9.6.2 Dodatki antystatyczne 38
9.6.3 Instalacje rurowe 38
9.6.4 Spadanie swobodne cieczy 39
9.6.5 Materiały z tworzyw sztucznych 39
9.6.6 Środki ochrony osobistej 40
9.6.7 Dekompresja sprężonych gazów 40
9.6.8 Procesy technologiczne 41

10 Plan awaryjny 43

11 Szkolenia i konserwacja 44

Tabela 1: Program przeglądów zabezpieczeń.....45

12 Załączniki.....46

12.1. Załącznik 1: Obliczenie natężenia przepływu powietrza.....46
12.1.1 Napełnianie opakowania aerozolowego gazem — Wentylacja.....46
12.1.2 Wentylacja dodatkowa.....50
12.2. Załącznik 2: Informacje elektryczne/o materiale pędnym.....51
12.3. Załącznik 3: Akronimy i skróty.....52

Cel Przewodnika

Celem niniejszego przewodnika jest przedstawienie podstawowych zaleceń dotyczących bezpieczeństwa produkcji aerozoli przy użyciu materiałów łatwopalnych/niebezpiecznych i pędnych, zgodnie z bieżącymi i przewidywanymi przepisami europejskimi.

Uwagi:

a. Przepisy krajowe i europejskie, w szczególności dyrektywy ATEX, muszą być ZAWSZE przestrzegane i są nadrzędne wobec niniejszych wytycznych.
b. Stosowanie substancji i mieszanin wymaga przestrzegania Rozporządzenia REACH.
c. Projekt i budowa maszyn, instalacji i budynków powinny być zawsze zgodne z odpowiednimi normami CEN.

Ograniczenia:

a. Niniejsze wytyczne dotyczą wyłącznie napełniania aerozoli, przechowywania materiałów pędnych i przechowywania gotowego produktu na terenie zakładu.
b. Nie dotyczą transportu i postępowania z cieczami i gazami łatwopalnymi przed dostarczeniem do zakładu produkcyjnego.

Niniejsze wytyczne zostały opracowane jako uzupełnienie przepisów i uregulowań lokalnych, a nie w celu zastąpienia ich.

Rozdział 2

System bezpieczeństwa łatwopalnych materiałów pędnych

Postępowanie z substancjami niebezpiecznymi i ich przechowywanie reguluje dyrektywa 96/82/WE dotycząca zarządzania zagrożeniami poważnymi awariami z udziałem substancji niebezpiecznych (Dyrektywa Seveso II). Dyrektywa ta zostaje unieważniona i zastąpiona dyrektywą 2012/18/UE (dyrektywa Seveso III1) z dniem 1 czerwca 2015 r.

Dyrektywa ta obejmuje łatwopalne materiały pędne i aerozole

2.1. Przechowywanie materiałów pędnych

Odległości od zbiornika do fabryki i stacji przeładunku zostały opisane w przepisach krajowych i zależą od rozmiaru zbiornika i sytuacji.

2.2. Postępowanie z materiałami pędnymi

Rysunek 1: Zbiornik do przechowywania luzem materiałów pędnych.

[1] http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0001:0037:EN:PDF

Zbiorniki do przechowywania materiałów pędnych powinny być wyposażone w następujące urządzenia:

- zawór bezpieczeństwa **(2)**
- manualny poziomowskaz **(3)**
- zdalnie sterowany zawór odcinający **(4)**
- zawór odcinający **(1)** najlepiej automatyczny

Należy rozważyć następujące rozwiązania:

- automatyczne sterowanie poziomem zapobiegające przepełnieniu
- układ zalewający/zraszający do celów ochronnych w przypadku pożaru lub do ogólnego chłodzenia
- w celu zabezpieczenia przechowywanego luzem materiału pędnego przed pożarem w pobliżu zalecane jest zainstalowanie systemu wykrywania ognia

ZAWSZE

- PRZED podłączeniem cysterny/zbiornika należy upewnić się, że zapewniono prawidłowe połączenie z uziemieniem i że potencjalny ładunek został rozładowany. Więcej informacji – ***zob. § 9.6.8.1.***
- Należy sprawdzić zawartość w celu zapewnienia wystarczającej pojemności do odbioru dostarczonego ładunku PRZED rozpoczęciem rozładunku cystern.
- Należy sprawdzić prawidłowość połączeń między cysterną a zbiornikiem .
- Należy dopilnować, aby podczas napełniania nie przekroczono BEZPIECZNEGO maksimum.
- Należy przestrzegać zasad rozładunku i próbkowania zalecanych przez dostawcę.
- Należy pamiętać, że materiały pędne są zwykle trudne do wyczucia, ponieważ większość z nich jest bezwonna.

Jeśli pompa nie jest wyposażona w obwód obejściowy chroniący przed nadmiernym ciśnieniem, zawory upustowe pompy **(5)** powinny cofać materiał pędny do tego samego zbiornika, a nie do rury ssawnej pompy.

W przypadku zbiorników do przechowywania luzem materiałów pędnych węglowodorowych/eteru dimetylowego (DME) zawór przelewowy **(6)** powinien być zainstalowany także w układzie odbioru cieczy.

W przypadku stosowania eteru dimetylowego jako materiału pędnego należy pamiętać, że DME jest rozpuszczalny w wodzie. Ewentualny wyciek powinien być dokładnie obserwowany.

Dodatkowy osprzęt pomocniczy może być wskazany, a instalacje do przechowywania luzem materiałów pędnych są zwykle wyposażone w następujące urządzenia:

- filtr **(7)** na wylocie fazy ciekłej w celu ochrony pompy **(12)**
- wskaźnik ciśnienia **(8)** sygnalizujący ciśnienie fazy gazowej
- wskaźnik temperatury **(9)**
- wskaźnik poziomu **(10)**
- detektor gazu **(11)** w pobliżu pompy

Wytwarzanie formuły

3.1. Wprowadzenie

Ta część nie dotyczy wyłącznie aerozoli, ale jest związana z produktami.

Dotychczasowe wypadki wykazały zagrożenie ze strony elektryczności statycznej *(**zob. § 9**).*

- Miejsce przetwarzania/mieszania powinno być oddzielone od miejsca napełniania stropami/ścianami ognioodpornymi, zgodnie z wymaganiami przepisów krajowych.
- Wymagania dotyczące stref zależą od składu produktu.
- Zbiornik awaryjny/przechwytujący powinien być prawidłowo zainstalowany.
- Kontenery masowe powinny być transportowane do maszyn napełniających wyłącznie w stanie ZAMKNIĘTYM!
- Należy dopilnować, aby odpowiednie środki ochrony osobistej były dostępne dla operatora i używane w razie konieczności lub potrzeby.
- Wózki i inne maszyny samojezdne muszą spełniać wymagania klasyfikacji strefy, np. być przeciwwybuchowe.
- W przypadku stosowania kontenerów masowych należy wyznaczyć większą strefę ATEX (zob. § 4) wokół maszyn napełniających i uwzględnić umiejscowienie kontenera.
- Pompy muszą być przeciwwybuchowe, a układ powinien być odporny na uszkodzenia.
- Szczególną uwagę należy zwrócić na zbieranie wycieków materiału.
- Należy zapewnić prawidłowe uziemienie kontenera i pompy.
- Należy sprawdzić, czy wymagany jest przerywacz płomienia między zbiornikiem a instalacją rurową lub między zbiornikiem a atmosferą.
- Należy upewnić się, że wszystkie zbiorniki produkcyjne, instalacje rurowe i wyposażenie pomocnicze są odpowiednie i zgodne z materiałami, z którymi będą się stykać.
- Przed uruchomieniem pompy należy upewnić się, że zbiornik umożliwia bezpieczne odpowietrzanie.

3.2. Wyposażenie elektryczne

- Wyposażenie elektryczne powinno być przeciwwybuchowe i zgodne z normami krajowymi (zob. § 12.2.).
- Zalecane jest zachowanie odstępu między wyposażeniem sterującym a poziomem podłoża w celu uniknięcia jego uszkodzenia.
- Jeśli to możliwe, należy stosować stałe instalacje elektryczne i ograniczyć elastyczne przewody elektryczne do minimum.
- Długość przewodów elastycznych należy ograniczyć do minimum, a ich zastosowanie należy starannie rozważyć. Zasadniczo przewody elastyczne są wrażliwe na uszkodzenia mechaniczne i chemiczne. Mogą stanowić zagrożenie dla operatorów i źródło zapłonu w przypadku uszkodzenia. Przewody elektryczne powinny być często sprawdzanie, najlepiej w ramach programu okresowej konserwacji.

3.3. Wentylacja

Należy zapewnić odpowiednio niski i/lub wysoki poziom wentylacji i odprowadzania w miejscach stosowania materiałów toksycznych, łatwopalnych lub niebezpiecznych w procesie mieszania; należy dopilnować, aby były one gromadzone i obsługiwane w odpowiedni sposób.

Uwaga: **Opary rozpuszczalników są cięższe niż powietrze!**

3.4. Infrastruktura

- Strefę mieszania należy wyposażyć w podwalinę lub rampę do kontroli wycieków cieczy.
- Jeśli to możliwe, należy zapewnić automatyczną kontrolę poziomu napełnienia zapobiegającą przepełnieniu zbiorników.
- Jeśli rury są prowadzone przez strop z mieszalni na wyższym piętrze, należy zainstalować rampę lub kołnierz zapobiegający wyciekom na niższe piętro.
- Otwory w stropach/ścianach muszą być uszczelnione materiałem ognioodpornym w celu zapewnienia integralności pomieszczeń, zgodnie z wymaganiami przepisów krajowych.
- Należy dopilnować, aby wyjścia były zawsze łatwo dostępne.

3.5. Procesy wytwarzania

- Należy zachować szczególną ostrożność, jeśli ciecze o niskich temperaturach wrzenia są używane jako rozpuszczalniki lub rozcieńczalniki podczas wytwarzania formuły.
- Straty wskutek parowania powinny być ograniczone do minimum, aby lokalne stężenia w atmosferze nie przekroczyły dozwolonych granicznych wartości narażenia zawodowego.
- Należy przestrzegać warunków pracy i środków zarządzania ryzykiem zawartych w karcie charakterystyki dostawcy, zgodnie z rozporządzeniem REACH.
- Wszystkie zbiorniki wytwarzania powinny być zaprojektowane w sposób zapobiegający stratom/wyciekom/rozpryskom cieczy poprzez zastosowanie pokryw z kołnierzami i/lub uszczelnieniami oraz uszczelnień wokół wężownic grzejnych/chłodzących i drążków mieszadeł.
- W przypadku stosowania cieczy łatwopalnych należy zapewnić warunki ochrony przed wybuchem, na przykład stosując obrotowe zawory dozujące, zsypy przeciwwybuchowe do dodawania składników itd.
- ***W przypadku stosowania proszków lub rozpuszczalników niepolarnych należy pamiętać o ich naturalnej zdolności gromadzenia elektryczności statycznej oraz o zagrożeniu wybuchem pyłu lub mieszaniny rozpuszczalnikowej / hybrydowej i stosować odpowiednie środki zapobiegawcze!***
- W przypadku stosowania proszków należy zapewnić wystarczające odpylanie, a w razie potrzeby zapewnić odpowiednie maski oddechowe.
- ***Nie należy używać otwartych wiaderek ani nieprzykrytych pojemników z cieczą.***
- Jeśli to możliwe, ciecze należy pompować zamiast stosować kontenery transportowe w mieszalni i/lub w pomieszczeniu napełniania. Jeśli to niepraktyczne, należy używać specjalnie zaprojektowany kontener zabezpieczony przykryciem.
- Należy używać tylko połączeń z uziemieniem, które otrzymały certyfikat przewodności elektrostatycznej (oporność < 1 MΩ).

3.6. Procedury czyszczenia

- Używanie rozpuszczalników do czyszczenia może spowodować zwiększenie toksyczności i/lub zagrożenia łatwopalnością.
- Jeśli to możliwe, należy unikać stosowania rozpuszczalników łatwopalnych lub toksycznych podczas procedury czyszczenia. Należy unikać stosowania rozpuszczalników w aerozolu, w szczególności w przestrzeniach zamkniętych.
- Rozpuszczalniki do czyszczenia powinny być odprowadzane do zbiornika ściekowego, a nie do odpływów. Zużyte czyściwo (na których mogą znajdować się materiały podatne na samozapłon) powinno być utylizowane w bezpieczny sposób.

3.7. Przechowywanie

- W obszarze przetwarzania należy przechowywać jedynie minimalną wymaganą ilość surowców łatwopalnych, nigdy nie przekraczając ograniczeń wynikających z przepisów lokalnych.
- Sposób przechowywania materiałów łatwopalnych i mieszanin (pośrednich) powinien być właściwy z punktu widzenia zagrożeń fizycznych (np. łatwopalne), zdrowotnych (np. toksyczne lub żrące) lub środowiskowych. Materiały łatwopalne i toksyczne powinny być przechowywane oddzielnie.
- Należy dopilnować, aby były prawidłowo oznaczone, bezpiecznie przechowywane i używane zgodnie z kartami charakterystyki oraz, jeśli są dostępne, odpowiednimi scenariuszami narażenia.
- Należy prowadzić i aktualizować ocenę ryzyka.
- Należy dopilnować, aby wyjścia były zawsze łatwo dostępne.

Napełnianie aerozoli gazem

4.1. Produkcja – ustalanie stref

Ustalanie stref[2]:

STREFA 0	Miejsce, w którym przestrzeń zagrożona wybuchem składająca się z mieszaniny substancji łatwopalnych z powietrzem w formie gazu, pary lub mgiełki utrzymuje się stale, przez długie okresy czasu albo występuje często.
STREFA 1	Miejsce, w którym jest prawdopodobne, że przestrzeń zagrożona wybuchem składająca się z mieszaniny z powietrzem substancji łatwopalnych w formie gazu, pary lub mgiełki będzie występować sporadycznie przy wykonywaniu zwykłych czynności.
STREFA 2	Miejsce, w którym jest mało prawdopodobne, że przestrzeń zagrożona wybuchem składająca się z mieszaniny z powietrzem substancji łatwopalnych w formie gazu, pary lub mgiełki będzie występować przy wykonywaniu zwykłych czynności. Lecz jeśli wystąpi, to będzie utrzymywać się tylko przez krótki okres czasu.

Podsumowując:

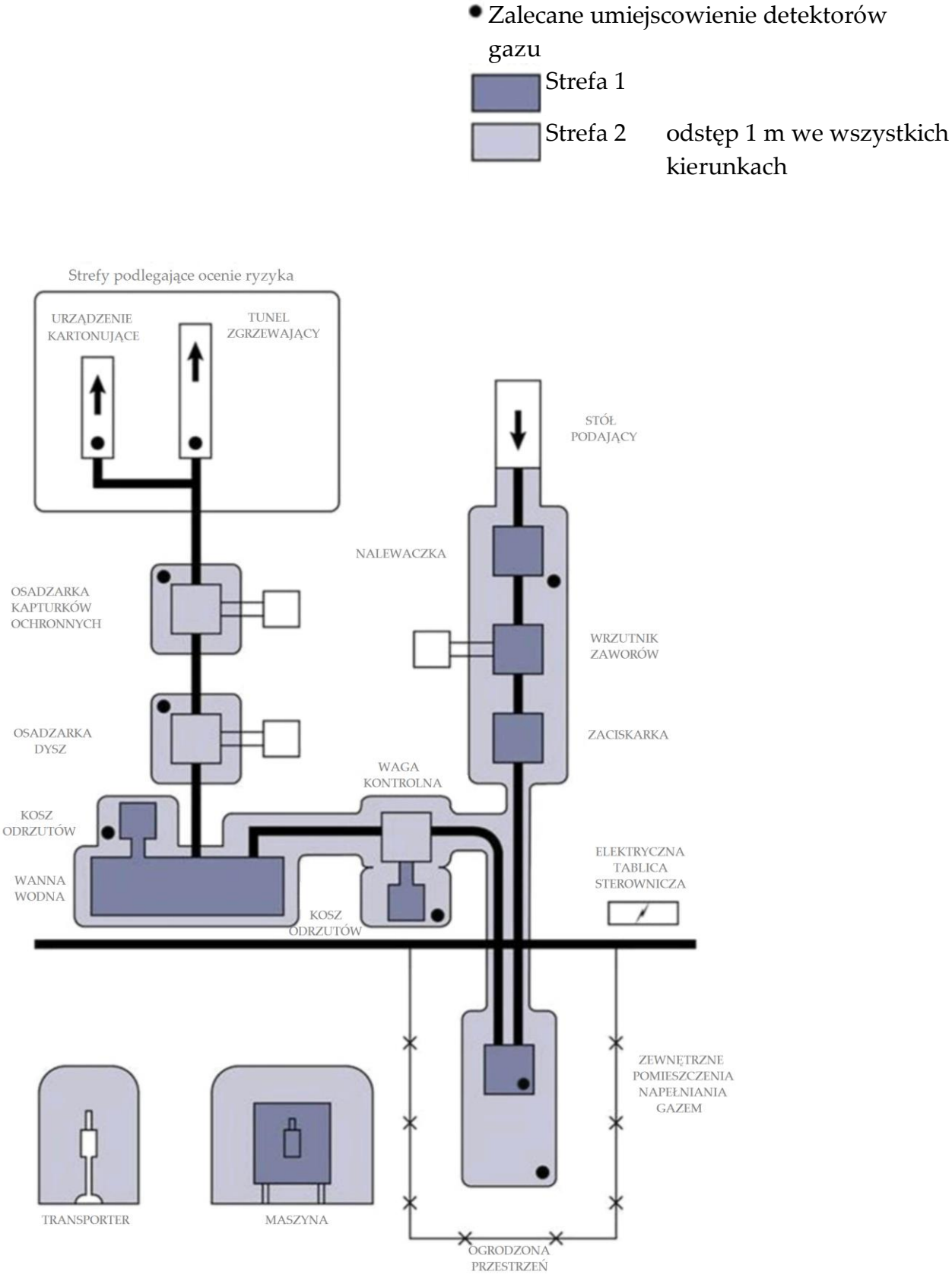
STREFA 0	Atmosfera wybuchowa występuje przez 100% czasu
STREFA 1	Atmosfera wybuchowa może wystąpić (dozwolona)
STREFA 2	Atmosfera wybuchowa może wystąpić wyłącznie w przypadku awarii lub warunków odbiegających od normy

Wszystkie części linii napełniania aerozolu powinny być przedmiotem oceny ryzyka w celu ustalenia właściwych stref.
Obszar obejmujący obudowę podstawową urządzenia napełniania gazem to zwykle Strefa 1.

USTALANIE STREF zwykle obejmuje + 1 m wokół maszyny, z wyjątkiem zastosowania wentylacji wyciągowej w obszarze strefy.

[2] Źródło: Dyrektywa ATEX 1999/92/WE, Załącznik I

Rysunek 2: Klasyfikacja stref dla typowej linii napełniania aerozoli.

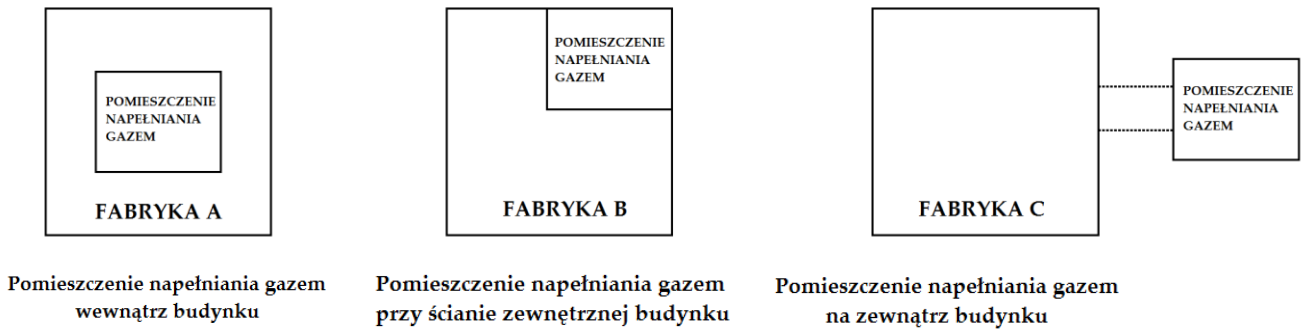


4.2. Wymagania dotyczące budowy pomieszczenia napełniania gazem

Pomieszczenie napełniania gazem to obszar wewnątrz lub na zewnątrz budynku , w którym umieszczono maszynę wprowadzającą materiał pędny do aerozolu, określane także jako budynek napełniania gazem, pomieszczenie napełniania gazem lub kabina napełniania gazem.

- Pomieszczenie napełniania gazem powinno być oddzielone od obszaru pakowania, mieszalni i magazynu.
- Pomieszczenie napełniania gazem powinno być podciśnieniowe (poniżej ciśnienia otaczającej przestrzeni).
- Strop musi być gazoszczelny i antystatyczny.
- W promieniu 15 metrów od pomieszczenia napełniania gazem nie może być żadnych odpływów.
- Ściany i drzwi powinny być ognioodporne.
- Pomieszczenie wymaga odpowietrzenia w ścianie lub dachu - rozmiar i konstrukcja zostaną ustalone przez ekspertów.
- Budynek napełniania gazem należy zaprojektować jako odporny na nadciśnienie wewnętrzne. Zwykle konstrukcje powinny wytrzymywać chwilowy wzrost ciśnienia o 1400 kg/m^2.
- Budynek napełniania gazem powinien mieć układ upustowy z odprowadzaniem do bezpiecznego miejsca. Układ upustowy powinien być skonstruowany w taki sposób, aby co najmniej jedna ściana lub najlepiej dach budynku napełniania gazem odprowadzał ciśnienie wybuchu do bezpiecznego miejsca, w kierunku przeciwnym do zwyczajowych stanowisk pracy . Jako normalny margines bezpieczeństwa zalecana jest dekompresja 140 kg/m^2.

Rysunek 3: Przykłady możliwych układów.



Pomieszczenie napełniania gazem wewnątrz budynku | **Pomieszczenie napełniania gazem przy ścianie zewnętrznej budynku** | **Pomieszczenie napełniania gazem na zewnątrz budynku**

Jeśli to możliwe, należy wybrać Opcję C: pomieszczenie napełniania gazem na zewnątrz.

4.3. Wykrywanie gazu

- Wymagane są co najmniej 2 detektory gazu w pobliżu maszyn do napełniania gazem (jeden w obudowie podstawowej urządzenia napełniającego, a drugi w pomieszczeniu napełniania), z należytym uwzględnieniem wentylacji wyciągowej.
- Typ detektora i jego lokalizację należy skonsultować z dostawcą (detektory katalityczne są zatruwane przez silikony, detektory na podczerwień nie są zatruwane i są odporne na uszkodzenia).
- Detektory gazu muszą być regularnie sprawdzanie zgodnie z systemem zwalidowanym przez dostawcę.

4.4. Wentylacja / wentylacja wyciągowa

- Funkcja automatycznego sterowania: wentylacja musi pracować przed uruchomieniem maszyn i otwarciem zaworów materiałów pędnych.
- Układ główny (wewnątrz obudowy podstawowej maszyny do napełniania gazem) zwykle wymaga prędkości wentylacji wyciągowej co najmniej 50 razy na godzinę. Dodatkowo należy obliczyć rozcieńczanie i prędkość przechwytywania zgodnie z Załącznikiem 1 (§ 12.1.).
- Obszar dodatkowy wymaga prędkości wentylacji wyciągowej co najmniej 5 razy na godzinę, jeśli stężenie gazu mieści się w zakresie 0–20% LEL3.
- Po osiągnięciu 20% LEL powinien zostać aktywowany alarm dźwiękowy i/lub wizualny, a wentylacja podwoić prędkość w obszarze głównym i dodatkowym.
- Jeśli stężenie przekroczy 40% LEL, wentylacja wyciągowa kontynuuje pracę z prędkością maksymalną, linia musi się zatrzymać, dopływ gazu musi zostać automatycznie zamknięty, a narażone osoby muszą zostać ewakuowane.
- Same obliczenia prędkości wentylacji wyciągowej przedstawiono w § 12.1. i należy odnosić je do powyższej minimalnej prędkości wentylacji wyciągowej. Należy zastosować wyższą z dwóch wartości.
- Koncepcja projektu opiera się na utrzymaniu jak najniższego poziomu LEL i poziomu pierwszej reakcji 20% LEL.

[3] LEL = dolna granica wybuchu

4.5. Wymiana materiałów pędnych

- Należy ograniczyć do minimum liczbę osób w pomieszczeniu napełniania gazem podczas wymiany.
- Podczas wymiany należy zwiększyć wentylację.
- Odciąć linię zasilającą. Użyć sprężynowych, automatycznych zaworów odcinających z monitorowaniem pozycji.
- Ograniczyć do minimum odpowietrzanie materiałów pędnych. Odpowietrzanie wykonywać w układzie zamkniętym, podłączonym bezpośrednio do komina spalin.
- Opróżnić maszynę i butlę.
- Ostatnim krokiem jest otwarcie nowej linii zasilającej.

4.6. Zalecenia ogólne

- Należy unikać stałego przebywania operatorów w pomieszczeniu napełniania gazem.
- W przypadku wejścia ludzi do pomieszczenia napełniania gazem należy zagwarantować ich bezpieczeństwo; układ tłumienia wybuchów można uznać za możliwe rozwiązanie.
- W przypadku przeciążenia ciśnieniowego, zawór bezpieczeństwa musi zapewniać odprowadzenie gazu.
- Zalecane jest używanie wagi kontrolnej do wykrywania przepełnionych puszek (zob. § 7.1.).
- Należy stosować ogrzewanie z wymiennikiem ciepła gorącej wody lub ogrzewanie gorącym powietrzem ze specjalnymi przewodami (zob. § 12.1.); należy unikać stosowania otwartego ognia lub ogrzewania elektrycznego.

Eliminacja źródeł iskier:

- Zalecane jest stosowanie przenośnika przewodzącego na całej linii.
- Maszyny muszą być przeciwwybuchowe – ATEX lub równorzędne (zob. § 12.2., a także § 9).
- Należy używać nieiskrzących narzędzi udarowych, zgodnie z zaleceniami dostawcy.
- Należy stosować antystatyczne łączenia podłogi i ziemi.
- Należy sprawdzać całą linię napełniania pod kątem prawidłowego uziemienia co najmniej raz w roku.
- W przypadku napełniania aerozoli proszkami lub rozpuszczalnikami niepolarnymi należy rozważyć stosowanie środków i/lub składników antystatycznych w celu zmniejszenia ich potencjału jako źródła zapłonu.
- Należy wykluczyć części izolowane i stosować wykonane z materiałów przewodzących.
- Specjalną odzież i buty należy nosić także w pozostałym obszarze produkcji.

Doświadczenie wykazało, że elektryczność statyczna jest kluczową przyczyną wypadków pożarowych. § 9 zawiera więcej informacji pomocniczych na temat elektryczności statycznej.

4.7. Wymagania elektryczne

Należy zwrócić szczególną uwagę na całe wyposażenie w strefie 1 i 2. Szczegółowe informacje zawiera § 12.2.

Utylizacja wadliwych aerozoli

5.1. Usuwanie z linii i przechowywanie

Wadliwe wyroby aerozolowe z definicji są niebezpieczne i zwykle są wykrywane i usuwane na wadze kontrolnej i w kąpieli wodnej.

- Jeśli to możliwe, należy przechowywać odrzucone wyroby aerozolowe na zewnątrz.
- Należy używać wentylowanego, odpowiednio uziemionego kontenera na odpady.
- Należy stosować system odrzucania zaprojektowany i obsługiwany w sposób zapobiegający dalszym uszkodzeniom wyrobów aerozolowych (system usuwania substancji lotnych, zbiórki i usuwania).

5.2. Transport

Wybrakowane wyroby aerozolowe powinny być transportowane do komory odpadów przy użyciu specjalnego kontenera zgodnego z ADR (postanowienie specjalne SP 327).

W przypadku transportu wybrakowanych wyrobów aerozolowych do zewnętrznego zakładu przetwarzania odpadów metoda transportu musi być zgodna z umową z przewoźnikiem i uregulowaniami prawnymi.

5.3. Wytyczne dotyczące niszczenia na terenie zakładu

Należy przestrzegać przepisów krajowych i zapoznać się z dodatkowymi zaleceniami dotyczącymi bezpieczeństwa:

Należy pamiętać, że wymagane jest lokalne zezwolenie!

MIEJSCE:	• Jak najdalej od innych budynków
BUDYNEK:	• Jedno pomieszczenie ze składem wyrobów aerozolowych • Jedno pomieszczenie z samą kruszarką opakowań • Należy uwzględnić wpływ warunków pogodowych na gęstość materiałów pędnych (poniżej 0°C n–butan jest cieczą) • Ogólnie nie jest zalecane używanie wyposażenia w temperaturze bliskiej lub niższej niż 0°C (w temperaturze bliskiej 0°C rozpuszczalność butanu w rozpuszczalnikach znacząco wzrasta, a lepkość cieczy jest wyższa)
TRANSPORT:	• Opakowania należy transportować do kruszarki na antystatycznej taśmie przenośnika • Wszelkie odpady rozpuszczalników zebrane po skruszeniu wymagają odpowiedniego odpowietrzenia przed transportem poza teren zakładu. Transport musi odbywać się zgodnie z przepisami ADR i przepisami krajowymi. Należy uwzględnić możliwość wzrostu ciśnienia w kontenerze transportowym przez pozostałości gazów łatwopalnych w wyniku procesów zachodzących podczas transportu
WENTYLACJA	• Wentylacja punktowa zewnętrzna nad składem i etapami niszczenia
WYCIĄGOWA:	• Prędkość wyciągu należy ustalić zgodnie z § 12.1.
WYKRYWANIE GAZU:	• Wewnątrz i na zewnątrz budynku

Wszystkie urządzenia elektryczne powinny być zgodne z ATEX i z normami krajowymi (zob. § 12.2.).

Gromadzenie pozostałości cieczy musi odbywać się bezpiecznie i zgodnie z ich składem. Obowiązkiem producenta odpadów jest zapewnienie ich prawidłowej i bezpiecznej obsługi i przetwarzania.

5.3.1 Urządzenia zabezpieczające

- Pomieszczenie kruszenia wyposażone w system spryskiwaczy zalewających aktywowany przez:
  - zabezpieczenie termiczne
  - wyłącznik awaryjny poza budynkiem

- Bezwodne systemy gaszenia ognia (w tym CO_2 i azotowe) nad taśmą przenośnika i aktywowane przez:
  - zabezpieczenie termiczne
  - zdalny włącznik awaryjny poza budynkiem

- Gaśnice pianowe lub proszkowe zainstalowane wewnątrz i na zewnątrz budynku.

5.3.2 Elektryczne urządzenia zabezpieczające

- Całkowite wyłączenie zasilania elektrycznego po następujących zdarzeniach:
  - aktywacja alarmu pożarowego
  - spadek ciśnienia spryskiwaczy
  - spadek ciśnienia gaśnicy

- Kruszenie opakowań jest niemożliwe po następujących zdarzeniach:
  - aktywacja wyłącznika awaryjnego
  - otwarcie drzwi
  - niedostateczna wentylacja, pomiar przez detektory przepływu w przewodzie wentylacyjnym
  - alarm wysokiego poziomu gazu (≥ 20% LEL).

Wentylacja musi być aktywowana na kilka minut przed rozpoczęciem kruszenia.

5.4. Dokument BREF dotyczący zakładów przetwarzania odpadów[4]

Dokument odniesienia Najlepsze Dostępne Techniki (*Best Available Techniques*, BAT), znany także jako BREF, został pozyskany z zakładów przetwarzania odpadów w ramach wymiany informacji na mocy Artykułu 13(1) dyrektywy w sprawie emisji przemysłowych (IED) 2010/75/UE.

Dokument BREF dotyczy instalacji do wielu procesów przetwarzania odpadów (niebezpiecznych i nie-niebezpiecznych), takich jak:

- typowe procesy przetwarzania odpadów: tymczasowe przechowywanie odpadów, mieszanie, przepakowywanie, odbiór odpadów, próbkowanie, sprawdzanie i analiza, przekazywanie odpadów oraz obsługa instalacji i stacji przekazywania odpadów
- procesy przetwarzania nastawione głównie na odzysk materiałów odpadowych: regeneracja rozpuszczalników organicznych
- procesy przetwarzania nastawione głównie na produkcję paliw stałych i ciekłych z odpadów niebezpiecznych i nie-niebezpiecznych

Ponadto dokument opisuje przetwarzanie dozowników aerozoli.

[4] Więcej informacji: http://eippcb.jrc.es/reference/wt.html

Próba kąpieli wodnej i metody alternatywne

Należy zapoznać się z dokumentem FEA *Wytyczne dotyczące prób gorącej kąpieli wodnej i metod alternatywnych.*

Pozostałe wyposażenie na linii

7.1. Waga kontrolna

Waga kontrolna służy do wykrywania potencjalnie niebezpiecznych przepełnionych pojemników. Umożliwia także wykrywanie niepełnych pojemników, które są niezgodne z deklaracją masy i mogą być niebezpieczne w przypadku wycieków.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa zalecane jest ciągle, automatyczne ważenie kontrolne. Waga kontrolna powinna być często kalibrowana.

Wyroby aerozolowe, których niska masa wynika z niskiego poziomu lub pominięcia napełnienia formułą, nadal mogą zawierać wysokie ciśnienie i być potencjalnie niebezpieczne.

Aerozole z nieprawidłowo sprężonym gazem zwykle nie zostają wykryte przez wagę kontrolną i wymagają alternatywnego układu pomiarowego (np. pomiaru ciśnienia).

7.2. Wkładanie siłowników i zakręcanie

Ręczne lub automatyczne zakładanie dysz lub kapturków ochronnych może w niektórych przypadkach powodować wytryskiwanie zawartości aerozolu.

W przypadku składnika czynnego, rozpuszczalnika lub środka pędnego, który jest łatwopalny lub niebezpieczny dla zdrowia, należy zapewnić odpowiednią wentylację wyciągową w miejscu zakładania dysz lub kapturków ochronnych.

W przypadku zakładania ręcznego należy zalecić wszystkim operatorom skierowanie dyszy aerozolu OD siebie i użycie specjalnego narzędzia.

7.3. Pakowanie na końcu linii

Obecność dużych ilości elementów opakowań lub gotowych produktów w obszarze produkcji może spowodować zator, zablokowanie wyjść awaryjnych i niepotrzebne zagrożenie pożarowe. Doświadczenie branżowe wykazało, że ścisła kontrola i organizacja dostaw elementów opakowań do linii napełniania mają zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa i wydajności linii.

7.3.1 Pakowanie

Pudełka muszą być projektowane i zamykane w celu zabezpieczenia wyrobów aerozolowych przed uszkodzeniami lub utratą zawartości podczas przechowywania i transportu zgodnie z przepisami o transporcie towarów niebezpiecznych.

Maszyny do pakowania pudełek i kartonów będą podlegać ocenie ryzyka potencjalnych awarii, które mogą powodować przebicie lub zgniecenie wyrobu aerozolowego.

Zagrożenia, które należy uwzględnić to uwolnienie gazów lub oparów łatwopalnych, które mogą być narażone na kontakt ze źródłem zapłonu oraz latające puszki aerozolu w przypadku przebicia lub podpalenia.

Proces powinien być objęty planem awaryjnym procesu napełniania aerozolu.

Detektor gazu powinien być zainstalowany nisko w maszynach pakujących kartony (pudełka), w miejscu najbardziej prawdopodobnego nagromadzenia oparu łatwopalnego, a odpowiednie działanie powinno ostrzegać operatorów i powodować bezpieczne, automatyczne zatrzymanie maszyny w przypadku alarmu gazowego.

Maszyny do pakowania pudełek i kartonów powinny być wyposażone w urządzenie zapobiegające nadmiernym temperaturom w przypadku stosowania kleju, który rozpuszcza się pod wpływem ciepła.

Urządzenie powinno aktywować alarm i jednocześnie odcinać zasilanie nagrzewnic i zatrzymywać maszynę po wykryciu nadmiernych temperatur.

Urządzenie zabezpieczające przed nadmierną temperaturą powinno być kalibrowane lub sprawdzane w regularnych odstępach czasów, a wyniki powinny być rejestrowane.

7.3.2 Foliowanie (w tym owijanie)

Konstrukcja pakowarki powinna zabezpieczać pojedyncze wyroby aerozolowe i ich grupy przed zablokowaniem w tunelu grzejnym.

Głównym problemem jest źródło zapłonu w wyniku wysokiej temperatury powierzchni!

- Należy upewnić się, że nie ma żadnych przeszkód, które mogłyby spowodować zablokowanie pakietów lub pojedynczych wyrobów w tunelu. Do wykrywania wyrobów, które spadły do tunelu, mogą być używane wiązki fotoelektryczne.

- Alarm dźwiękowy powinien być aktywowany w przypadku **nieprzewidzianego zatrzymania**. Wentylator z boku tunelu lub nawet przewiew powietrza przez tunel zdecydowanie nie będą skuteczne w zapobieganiu wybuchom i nie powinny być stosowane w tym celu.

- W przypadku awarii zasilania przenośniki pneumatyczne powinny stanowić rezerwę, która zapewni usunięcie wszystkich aerozoli z tunelu.

- Należy dopilnować, aby wystarczające i odpowiednie dla urządzenia gaśnice były dostępne. Zalecane jest posiadanie wbudowanego układu gaszenia ognia ze zdalną aktywacją oburącz. Gaśnice przenośne powinny być typu CO_2.

- Należy regularnie sprawdzać temperaturę.

Transport i przechowywanie gotowych wyrobów aerozolowych na terenie zakładu

Zależnie od ilości przechowywane wyroby aerozolowe mogą podlegać dyrektywom Seveso.

Ogólne wytyczne dotyczące przechowywania gotowych wyrobów aerozolowych wewnątrz i na zewnątrz zakładu produkcyjnego zostały opracowane. Obejmują one także instrukcje załadunku i rozładunku.

8.1. Transport

Operator musi znać ustaloną technologię, aby być w stanie ocenić warunki bezpieczeństwa transportu.

Operatorzy wózków widłowych/paletowych powinni posiadać uprawnienia i przechodzić regularne szkolenia.

Należy zidentyfikować zagrożenia, aby ustanowić środki zapobiegawcze i zasady postępowania. Zagrożenia mogą być powodowane przez następujące warunki:

- ogólne wycieki z puszek lub zaworów
- przebicie puszki spowodowane przez czynniki zewnętrzne, takie jak przejechanie, upuszczenie, uszkodzenie przez wózek widłowy
- uszkodzenie puszki spowodowane przez nadmierną temperaturę
- puszki latające po uszkodzeniu

Ważne jest to, aby unikać rozpoznanych zagrożeń poprzez stosowanie środków opisanych poniżej:

- transportować tylko palety, które zostały zabezpieczone
- oznaczyć trasę transportu i utrzymywać ją w stanie wolnym od przeszkód
- zapewnić wystarczającą przestrzeń manewrową
- zainstalować gaśnice na wózku widłowym i wzdłuż trasy transportu
- opracować instrukcję obsługi transportu

Na wypadek wybuchu pożaru pomimo zachowania wszystkich powyższych środków ostrożności operatorzy muszą otrzymać polecenie, aby reagowali szybko, ale z uwzględnieniem własnego bezpieczeństwa.

W razie narażenia wyrobów aerozolowych na kontakt z ogniem opakowania będą wybuchać po krótkim czasie (około 1 minuty) i istnieje zagrożenie, że będą latać. Oprócz groźby spowodowania obrażeń ciała u ludzi, mogą one stać się kolejnymi źródłami pożaru.

8.2. Przechowywanie

Przechowywanie napełnionych wyrobów aerozolowych wymaga uważnego rozważenia zagrożeń związanych z łatwopalnymi materiałami pędnymi i cieczami.

Odnotowano wiele przypadków niszczycielskich pożarów magazynów i względy bezpieczeństwa muszą być traktowane bardzo poważnie.

Dlatego ważne jest dopilnowanie, aby gotowe wyroby aerozolowe były przechowywane w miejscu, które można oddzielić od obszaru produkcji, oraz w sposób zmniejszający ryzyko wypadków powodujących pożar:

- gotowe aerozole nie powinny być przechowywane ani gromadzone w obszarze produkcji
- w ilości innej niż wymagana do utworzenia jednej jednostki transportowej
- wszystkie jednostki transportowe powinny być przenoszone do wyznaczonego obszaru przerzutowego lub do obszaru przechowywania gotowych produktów natychmiast po wykonaniu wymaganych kontroli jakości *in situ*

Najlepiej byłoby, gdyby obszar przechowywania gotowych wyrobów aerozolowych był w innym budynku niż linia napełniania aerozoli.

Jeśli magazyn gotowych wyrobów aerozolowych jest umiejscowiony sąsiadująco lub w tym samym budynku co linia napełniania aerozoli, obowiązują następujące wymagania dodatkowe:

- obszar przechowywania gotowych wyrobów aerozolowych powinien być oddzielony od obszaru produkcji zgodnie z przepisami krajowymi lub przegrodą przeciwpożarową, która wytrzyma 2 godziny
- obszary produkcji i przechowywania gotowych wyrobów aerozolowych powinny być przedzielone drzwiami przesuwnymi, utrzymywanymi w pozycji otwartej przez topliwy bezpiecznik termiczny, zacisk magnetyczny lub inne urządzenie odporne na uszkodzenia, które umożliwi zamknięcie drzwi w przypadku pożaru lub innej awarii

- drzwi i żaluzje przeciwpożarowe powinny zapewniać taki sam poziom odporności ogniowej jak ściana, na której są zainstalowane. Odpowiednie będą urządzenia grawitacyjne lub sprężynowe, takie jak połączenie sprężynowych kół pasowych i nachylonych prowadnic z topliwym bezpiecznikiem termicznym, który zadziała przy określonej temperaturze
- żaluzje przeciwpożarowe powinny być zainstalowane między obszarami produkcji i przechowywania gotowych wyrobów aerozolowych. Żaluzje przeciwpożarowe powinny być aktywowane przez odpowiedni system wykrywania
- wyjścia ewakuacyjne dla personelu powinny być zawsze dostępne

Ponadto należy zapoznać się z dokumentem FEA *Wytyczne dotyczące podstawowych wymagań bezpieczeństwa w trakcie przechowywania wyrobów aerozolowych.*

Elektryczność statyczna

Ta część stanowi pomoc w unikaniu i kontroli wyładowań elektrostatycznych[5] w procesach produkcji wyrobów aerozolowych. Środki podejmowane w celu unikania i kontrolowania elektryczności statycznej stanowią uzupełnienie przepisów krajowych i zaleceń władz.

9.1. Wprowadzenie

Praktycznie cały ruch osób, maszyn, cieczy i gazów wytwarza ładunki elektrostatyczne. Wytwarzanie ładunków elektrostatycznych jest naturalne dla samego procesu.

W przypadku nowych instalacji problemy powodowane przez ładunki elektrostatyczne powinny być uwzględniane na etapie projektowania. Wszystkie urządzenia zakładu i metody pracy powinny być opracowywane w sposób zapewniający proste uziemienie ładunków elektrostatycznych w momencie ich wytworzenia.

Dlatego środki kontroli powinny być nakierowane na:

- zapobieganie gromadzeniu ładunków elektrostatycznych materiałów poprzez zapewnienie odprowadzenia ładunku po wytworzeniu
- (jeśli to niemożliwe) zapewnienie odpowiednich przerw na rozładowanie między procesami, które umożliwią uziemianie ładunków

9.2. Metody kontroli elektryczności statycznej

Aby kontrolować zagrożenia związane z elektrycznością statyczną, należy spełnić następujące warunki:

- wyposażenie i instalacje są wykonane z materiałów przewodzących
- ewentualne izolowane elementy urządzeń są uziemione i połączone

[5] Zob. także: CLC/TR 50404:2003 Elektryczność statyczna – Kodeks postępowania w celu unikania zagrożeń związanych z elektrycznością statyczną

Powyższe środki nie mogą całkowicie zapobiec powstaniu ładunku w materiale wewnątrz urządzeń dlatego zależnie od rodzaju używanych, przetwarzanych lub transportowanych materiałów konieczne są dodatkowe środki.

Szczegółowe opisy uziemienia i połączenia, dodatków oraz środków specjalnych dla niektórych urządzeń, personelu i procesów zawarto w § 9.6.

Aby uniknąć gromadzenia ładunków elektrostatycznych, należy stosować następujące zasady:

9.2.1 Ciecze

- Utrzymywać jak najniższe natężenia przepływu dla cieczy o niskiej przewodności elektrycznej, np. poniżej 1 m/s dla przewodności < 1000 pS/m
- Unikać gwałtownego mieszania
- Unikać przepływu dwufazowego (ciecz/ciecz, ciecz/gaz, ciecz/ciało stałe, gaz/ciało stałe)
- Należy rozważyć użycie dodatków antystatycznych do rozpuszczalników o przewodności < 1000 pS/m
- Zapobiegać powstawaniu lub wtryskiwaniu cząsteczek/kropli (zwłaszcza w przypadku cieczy o niskiej przewodności)
- Unikać spadania swobodnego cieczy (np. > 1 m)
- Unikać tworzenia zawiesin (separacja faz ciecz/ciecz)

9.2.2 Proszki/nieprzewodzące ciała stałe

- Unikać gwałtownego mieszania i turbulencji
- Utrzymywać niskie natężenia przepływu, np. poniżej 25 ton na godzinę dla proszków o rozmiarach cząsteczek od 100 do 1000 μm lub 4 tony na godzinę w przypadku granulatu
- Zwiększyć wilgotność względną
- Należy rozważyć użycie dodatków antystatycznych (podczas przygotowania surowca)
- Wprowadzić lub włączyć materiał przewodzący (włókna) do materiału opakowaniowego i worków filtracyjnych. W szczególności użyć elastycznego IBC typu B w strefie pyłu palnego i typu D w strefie oparów łatwopalnych

9.2.3 Gazy

- Unikać obecności cząsteczek ciekłych lub stałych
- Unikać wysokiej prędkości przepływu gazu przez instalację. Należy unikać prędkości gazu > 10 m/s, jeśli mogą występować mieszaniny zapalne/łatwopalne

9.2.4 Przewody izolowane

- Zwiększyć wilgotność względną powietrza w otoczeniu, np. powyżej 65% (Uwaga: nie dotyczy obszarów strefy 0)
- Owinąć siatką drucianą
- Jonizować powietrze (jonizatory bierne/czynne zapewniają wystarczające zabezpieczenie materiałów izolacyjnych używanych w obszarach strefy 1. Jonizatory czynne wbudowane w dmuchawy są przydatne w obszarach strefy 1 i strefy 0)
- Zastosować powłokę przewodzącą
- Informacje na temat używania elementów plastikowych — maksymalne pola powierzchni — zob. norma CLC/TR 50404:2003

W przypadku wielu procesów, w których nie można spełnić tych warunków i dlatego następuje gromadzenie ładunków elektrostatycznych, środki takie jak uziemienie i połączenie oraz stosowanie procedur są warunkiem wstępnym zagwarantowania bezpieczeństwa pracy.

9.3. Konserwacja i przegląd

9.3.1 Wyposażenie

Wyposażenie uziemienia i połączenia powinno być sprawdzane przed rozpoczęciem pracy.

Dodatkowo wykwalifikowany elektryk powinien wykonywać regularne przeglądy i próby integralności mechanicznej.

Zalecane jest stosowanie systemu oznaczeń wskazującego okres przeglądu i stan napraw. Przykładowy schemat przeglądów przedstawiono poniżej:

- Przeglądy codzienne
  Wszyscy pracownicy obsługujący powinni sprawdzać wzrokowo przewody i zaciski uziemienia. Urządzenia w nieprawidłowym stanie nie powinny być używane!

- Przeglądy comiesięczne
  Ponieważ elastyczne przewody uziemienia i węże są narażone na zużycie, powinny być kontrolowane co miesiąc i oznakowane terminem ponownego przeglądu. Szczególną uwagę należy zwracać na stan mocowań i zacisków uziemienia.

- Przeglądy cokwartalne
  Personel nadzoru oraz upoważniony pracownik ds. konserwacji powinni prowadzić przeglądy wyposażenia uziemienia i połączenia.

- Przeglądy coroczne
  Zalecane jest, aby niezależny personel konserwacyjny lub upoważniony kontroler zewnętrzny przeprowadził przegląd całego systemu uziemienia. Pomiar rezystancji elektrycznej powinien wynosić poniżej 10 Ω; w połączeniu z ochroną odgromową — poniżej 2,5 Ω.

9.3.2 Utrzymywanie czystości

Farby, żywice i proszki ze względu na swoje właściwości osadzają się na osprzęcie i zaciskach. Prawidłowy styk metal-metal jest niezbędny dla zachowania skutecznego połączenia i uziemienia, dlatego zarówno mocowania i zaciski uziemienia, jak i osprzęt, do którego są mocowane, powinny być utrzymywane w czystości. Osady na posadzkach i sprzęcie, które mogą działać jak izolatory, powinny być regularnie usuwane.

9.4. Szkolenia

Personel powinien otrzymywać odpowiednie przeszkolenie oraz instrukcje dotyczące potencjalnych zagrożeń związanych z elektrycznością statyczną i obowiązujących środków ostrożności.

9.5. Obowiązki

Przełożeni powinni otrzymać instrukcje odnośnie obowiązków dotyczących zapewnienia stosowania bezpiecznych metod pracy.

W obszarach, w których wymagane są środki zabezpieczające przed elektrycznością statyczną, przełożeni powinni dopilnować następujących warunków:

- dostęp ograniczony dla odpowiednio przeszkolonego personelu wyposażonego we właściwe środki ochrony osobistej: np. kombinezony ognioodporne, buty ochronne itd.
- odpowiednie wyposażenie do użytku w tym obszarze
- prawidłowo utrzymane wyposażenie
- prowadzenie odpowiednich ewidencji powyższych informacji

9.6. Kwestie do rozważenia

W tym paragrafie zawarto bardziej szczegółowy opis różnych środków kontroli elektryczności statycznej.

9.6.1 Uziemienie i połączenie

Uziemienie i połączenie bardzo skutecznie zmniejszają ryzyko nagromadzenia ładunków elektrostatycznych. Odpowiednie kombinacje połączenia i uziemienia kontrolują gromadzenie ładunków lub różnicę potencjałów między częściami urządzeń i konstrukcji nośnych.

Ważne jest to, aby projekt i instalacja systemu uziemienia były prawidłowe.

System powinien mieć wystarczającą wytrzymałość mechaniczną, aby uniknąć przypadkowego szkodzenia, oraz być zaprojektowany w sposób zapewniający rezystancję uziemienia nie wyższą niż 10 Ω.

Jeśli ochrona odgromowa też jest wymagana, rezystancja powinna być niższa niż 2,5 Ω.

Wyposażenie stałe powinno być trwale połączone z systemem uziemienia.

Przed użyciem odpowiednie elastyczne przewody uziemienia powinny być połączone z głównym systemem uziemienia po jednej stronie i dużym, sprężynowym zaciskiem lub zaciskiem prądowym z maszyną samojezdną po drugiej stronie.

W przypadku filtrów pyłowych wszystkie części przewodzące, kosze nośne tkaniny filtra przewodzącego, zaciski, paski itd. powinny być uziemione.

9.6.2 Dodatki antystatyczne

Ze względu na słabą przewodność rozpuszczalniki, takie jak węglowodory niepolarne są szczególnie podatne na gromadzenie ładunków elektrostatycznych. W takich przypadkach należy zwiększyć przewodność, np.:

- Rozważyć zastosowanie dodatku antystatycznego, jeśli to możliwe. Jeśli takie dodatki zostaną zastosowane, muszą znajdować się we wszystkich izolacyjnych rozpuszczalnikach węglowodorowych, aby uniknąć rozcieńczenia poprzez mieszanie. Należy ustalić procedurę, która zagwarantuje, że dodatki będą dodawane, a ich stężenie będzie odpowiednie. Specyfikacja dostawcy powinna być ściśle przestrzegana.

- Wprowadzić przed użyciem wstępne mieszanie rozpuszczalników polarnych z węglowodorami. Ponieważ woda może zmniejszać skuteczność dodatków antystatycznych, zbiorniki powinny być czyste i suche przed użyciem. Należy sprawdzić charakterystykę surowców pod kątem obecności wody. Należy unikać zanieczyszczania surowców wodą podczas różnych procesów.

9.6.3 Instalacje rurowe

Ładunki elektrostatyczne powstają, gdy ciecze płyną rurami. Aby skutecznie ograniczać powstawanie ładunków elektrostatycznych, należy przestrzegać następujących zasad:

- Utrzymywać jak najniższe natężenie przepływu, kontrolując rozmiary rur i prędkości pomp. Maksymalna dopuszczalna prędkość wynosi 1 m/s w przypadku rozpuszczalników o niskiej przewodności.

- Sprawdzać ciągłość elektryczną instalacji rurowych zawierających określone materiały uszczelek, złącz i kołnierzy, które mogą izolować odcinki instalacji. W takich przypadkach należy wykonywać połączenia między kołnierzami i złączami.

- Zawory kulowe z uszczelkami PTFE6 mogą stanowić szczególny problem. Projekt powinien być zgodny z normą CLC/TR 50404:2003.

- Filtry, mierniki lub inne przeszkody na instalacjach rurowych zwiększają wytwarzanie ładunków elektrostatycznych. Dobrą praktyką jest umieszczanie za ostatnią przeszkodą rur z większym otworem, które umożliwiają rozładowanie.

[6] PTFE: politetrafluoroetylen.

- Jeśli stosowane są przewody elastyczne, powinny być wykonane z materiałów odpornych na działanie rozpuszczalników, właściwe dla przenoszonej cieczy i zaprojektowane w sposób zapewniający ciągłość elektryczną. Prawidłowe „okablowanie" także może zwiększyć przewodność. Dwa razy w roku należy wykonywać kontrole przewodności węży.

9.6.4 Spadanie swobodne cieczy

Podczas projektowania nowego wyposażenia należy unikać spadania swobodnego rozpuszczalników o niskiej przewodności (< 1000 pS/m) i niskiej temperaturze zapłonu (< 55°C), ponieważ powoduje ono powstawanie ładunków elektrostatycznych. Ciecze nie powinny mieć możliwości spadania o więcej niż 1 metr.

Zagrożenia związane z załadunkiem zbiorników można ograniczyć, stosując obiegi zamknięte, zmniejszając prędkości napełniania, kierując przepływ na ściany zbiornika i wsuwając wylot przewodów prowadzących do zbiornika w miarę możliwości.

Powyższe zalecenie dotyczy także prowadzenia cieczy łatwopalnych w dużych zbiornikach (o średnicy powyżej 2,5 m), ponieważ zapobiega powstawaniu naładowanej i łatwopalnej mgiełki.

9.6.5 Materiały z tworzyw sztucznych

Wzrost wykorzystania wyłożeń worków, beczek i zaworów aerozoli oraz kontenerów i pojemników na aerozole z tworzyw sztucznych stworzył zwiększone zagrożenie gromadzenia ładunków elektrostatycznych na powierzchni tych elementów. Na przykład odnotowano problemy z określonymi powłokami polimerowymi przy zastosowaniu formuł proszkowych. Jeśli to możliwe, należy stosować antystatyczne tworzywa sztuczne. Należy przestrzegać następujących zasad:

- W miarę możliwości surowce powinny być usuwane z kontenerów lub worków z tworzyw sztucznych lub wykładanych tworzywami sztucznymi poza obszarami użytkowania wysoce łatwopalnych cieczy. Zawartość należy przenosić do worków papierowych lub kontenerów metalowych przed wprowadzeniem do obszarów produkcji, w których mogą występować wysoce łatwopalne ciecze i opary. W miarę możliwości należy unikać wytwarzania obłoków proszku przy oparach rozpuszczalników/mieszaninach powietrza.

- Podobnie stosowanie i usuwanie materiałów z tworzyw sztucznych do rozciągania i kurczenia worków surowców i pustych pojemników może zwiększyć ryzyko powstawania ładunków elektrostatycznych. Folie należy usuwać przed przekazaniem materiałów lub kontenerów do obszarów produkcji, w których występują łatwopalne opary.

- Wyłożenia z tworzyw sztucznych samojezdnych zbiorników mieszalnych powinny być usuwane ze zbiornika na zewnątrz obszarów przetwarzania wysoce łatwopalnych cieczy.

- Należy unikać stosowania kanistrów z tworzyw sztucznych na rozpuszczalniki łatwopalne.

9.6.6 Środki ochrony osobistej

Ładunki elektrostatyczne mogą być wytwarzane i gromadzone przez ludzi. Aby uniknąć nadmiernego nagromadzenia, które mogłoby stać się źródłem ryzyka w obszarach występowania oparów w stężeniach łatwopalnych, należy rozważyć następujące rozwiązania:

- Operatorzy nie powinni nosić kombinezonów złożonych w 100% z materiałów syntetycznych. Kombinezony zatwierdzone do użytku w środowisku antystatycznym są wykonane z włókna zawierającego co najmniej 60% bawełny. Dostawców takich kombinezonów należy prosić o potwierdzenie właściwości antystatycznych ich produktów. Choć nie ma dowodów, że noszenie syntetycznej bielizny może powodować powstawanie ładunków elektrostatycznych, bawełniane kombinezony ograniczają problemy tego rodzaju do minimum.

- Kombinezonów, swetrów itp. nie należy zdejmować w miejscach występowania łatwopalnych oparów.

- Zaizolowany operator może zebrać niebezpieczny ładunek elektrostatyczny, w szczególności w warunkach niskiej wilgotności. Wyładowania elektrostatyczne od ludzi można ograniczyć do minimum poprzez stosowanie przewodzącego obuwia, odzieży itp. oraz przewodzącej podłogi.

- W odpowiednich przypadkach należy wskazać stosowanie antystatycznego lub przewodzącego obuwia, odzieży i wykładzin.

9.6.7 Dekompresja sprężonych gazów

Dekompresja sprężonych gazów może spowodować wyładowanie elektrostatyczne. Taka sytuacja może wystąpić w obszarach produkcji w przypadku powstania nieszczelności przewodu pary, sprężonego gazu lub powietrza. Wycieki pary, powietrza lub gazu w niebezpiecznych miejscach powinny być naprawiane jak najszybciej.

9.6.8 Procesy technologiczne

9.6.8.1. Dostawy cystern

Ruch cystern po drogach i przepływy cieczy w cysternach podczas takiego ruchu mogą wytwarzać ładunki elektrostatyczne na podwoziu pojazdu oraz w przewożonych cieczach.

Gdy tylko cysterna dojedzie do stacji załadunku lub wyładunku, przed wykonaniem jakichkolwiek **innych czynności, podwozie powinno zostać uziemione przy użyciu elastycznego przewodu uziemiającego**, łączącego statyczną instalację uziemienia z podwoziem pojazdu. Zalecane jest użycie tak zwanego „modułu elektrostatycznej kontroli uziemienia" w celu potwierdzenia ciągłości połączenia.

Przewody elastyczne używane do załadunku lub rozładunku cystern powinny być wykonane z materiałów właściwych dla przelewanej cieczy i zaprojektowane w sposób zapewniający ciągłość elektryczną.

9.6.8.2. Załadunek przez zsypy, kosze zasypowe itd.

Zsypy załadunkowe używane do załadunku ciał stałych i cieczy do młynów kulowych, zbiorników, reaktorów itp. powinny być uziemione i połączone. Młyny kulowe, zsypy i kosze zasypowe muszą być zaprojektowane w sposób zapewniający odstęp co najmniej 10 cm od materiału ściernego, co pozwoli uniknąć uwolnienia iskier, oraz minimalną możliwą wysokość, co pozwoli uniknąć nadmiernego spadania swobodnego, a zatem wytworzenia ładunków elektrostatycznych. Średnice zsypów załadunkowych powinny być jak najszersze.

9.6.8.3. Obsługa napędów taśmowych, taśm przenośników itd.

Napędy taśmowe, taśmy przenośników, wały obrotowe o wysokiej prędkości itd. mogą wytwarzać ładunki elektrostatyczne. Jeśli to możliwe, powinny być wykonane z materiałów przewodzących lub obsługiwane w sposób rozpraszający ładunki elektrostatyczne.

9.6.8.4. Załadunek kontenerów masowych

Oprócz środków ostrożności wymienionych w *§ 9.6.4*, należy przestrzegać następujących zasad:

1) Unikać wysokich przepływów podczas rozładunku

2) Upewnić się, że całe wyposażenie jest całkowicie połączone i uziemione, zwłaszcza wyposażenie do napełniania

3) Upewnić się, że napełniany kontener nie jest odizolowany od wyposażenia do napełniania

9.6.8.5. Czyszczenie zbiornika

1) W przypadku używania rozpuszczalników węglowodorowych do czyszczenia przy użyciu ostrza mieszadła lub techniką natryskową należy zwiększyć przewodzenie poprzez obróbkę rozpuszczalników (zob. § 9.6.2). Należy stosować takie same środki ostrożności dotyczące podłączania i uziemiania zbiorników, zbiorników przewoźnych, pojemników i beczek oraz dotyczące zapobiegania swobodnemu spadkowi.

2) W przypadku natryskiwania rozpuszczalników łatwopalnych pod ciśnieniem (np. wysokociśnieniowe czyszczenie rozpuszczalnikiem) należy pamiętać o zagrożeniu wytworzenia mieszaniny wybuchowej (rozpuszczalnika i powietrza) i podjąć odpowiednie środki ostrożności, aby uniknąć wyładowania elektrostatycznego.

3) W przypadku rozpylania roztworów wodnych do czyszczenia w obecności łatwopalnych oparów należy także podejmować odpowiednie środki ostrożności wymienione powyżej (nie należy dopuszczać stosowania rozpuszczalników wielofazowych!).

Plan awaryjny

- Zawsze powinien istnieć plan awaryjny. Jeśli dyrektywa Seveso ma zastosowanie, plan musi być opracowany zgodnie z jej postanowieniami. Należy zwrócić szczególną uwagę na kontrole i szkolenia z zakresu planu awaryjnego.
- W przypadku zakładów o zwiększonym ryzyku Seveso zalecane jest uzgodnienie planu awaryjnego z władzami krajowymi (np. strażą pożarną). Zakłady dużego ryzyka zawsze muszą mieć uzgodnione plany[7].
- Cały personel musi być przeszkolony w zakresie tego planu.
- Opracowane karty instrukcji na wypadek sytuacji awaryjnej powinny być łatwo dostępne w budynkach.
- Przy każdym telefonie powinien znajdować się wykaz numerów alarmowych i obowiązków osób korzystających z tych numerów.
- Raz w roku zalecane jest przeprowadzenie ćwiczeń sytuacji awaryjnej na żywo i przeglądu planu.

[7] Z dniem 1 czerwca 2015 r. obliczenia będące podstawą identyfikacji zakładów niższego i wyższego poziomu ulegają zmianie w odniesieniu do napełniania aerozoli.

Szkolenia i konserwacja

- Konieczność prowadzenia szkoleń z zakresu wyposażenia/maszyn została opisana w dyrektywie maszynowej 2006/42/WE
- Dostawca wyposażenia powinien dostarczyć podręczniki dotyczące następujących tematów:
  - szkolenie z zakresu prawidłowych procedur obsługi
  - system pracy
  - konserwacja
- Podręcznik szkoleniowy dla operatora musi być w języku użytkownika
- Określenie odpowiedzialności na terenie zakładu:
  - wykwalifikowana i kompetentna osoba odpowiedzialna za opracowanie i wdrożenie programu szkoleniowego
  - dokumentacja procesu szkoleniowego (prowadzona z należytą starannością)
- Wszyscy pracownicy powinni uczestniczyć w regularnych szkoleniach i podpisywać potwierdzenia odbycia szkolenia
- Powinno zostać przeprowadzone szkolenie z zakresu reakcji na wybuch pożaru
- Szkolenie jest obowiązkiem zarówno KIEROWNICTWA, jak i PRACOWNIKA
- Personel obsługi, nadzoru i konserwacji powinien znać podstawowe właściwości i zagrożenia materiałów, z którymi pracuje
- Zgodnie z dyrektywą 89/391/EWG[8] wszyscy pracownicy tymczasowi i goście powinni otrzymać odpowiednie instrukcje przed wejściem na teren zakładu
- Przegląd i konserwacja wszystkich zabezpieczeń powinny być uwzględnione w programie (*zob. Tabela 1).*

[8] Dyrektywa rady 89/391/EWG z 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy.

Tabela 1: Program przeglądów zabezpieczeń

W programie regularnych przeglądów zabezpieczeń należy uwzględnić następujące urządzenia:

Urządzenia	Program przeglądu zabezpieczeń
Ciągłość uziemienia / elektryczność statyczna	Co 6 miesięcy
Detektory gazu	Co 2 miesiące lub według zaleceń dostawcy
Prędkości wentylacji	Co 6 miesięcy
Zawory automatyczne	Co 6 miesięcy
Wyłączniki awaryjne	Co miesiąc
Przewody elastyczne/złącza/instalacja rurowa i uszczelki od zasilania masowego do napełniania	Ciągły
Pełny Program Systemu Zabezpieczeń	Co rok

- Wskazane jest zlecanie prowadzenia corocznego audytu bezpieczeństwa podmiotowi trzeciemu

Szkolenie dotyczące szczególnych procesów:

- Należy zachować ostrożność podczas obsługi rozpuszczalników w procesach wytwarzania, w szczególności w odniesieniu do ZAGROŻEŃ TOKSYCZNYCH I ŁATWOPALNYCH, zwracając należytą uwagę na wentylację i wentylację wyciągową
- W przypadku przeniesienia materiału między kontenerami należy nanieść JEDNOZNACZNE OZNACZENIE
- W przypadku ponownego wykorzystania beczek chemicznych należy dokładnie usunąć lub zamalować starą etykietę, a następnie nanieść JEDNOZNACZNE OZNACZENIE
- Należy zawsze wykonywać dokładne czyszczenie w celu uniknięcia niezamierzonego wytworzenia mieszanin lub zanieczyszczenia krzyżowego

W przypadku odłączenia instalacji rurowej ze złączem kołnierzowym zawierającym materiał łatwopalny/niebezpieczny wymagane jest „ZEZWOLENIE NA WYKONANIE PRAC".

WDROŻENIE STOSOWANIA „ZEZWOLEŃ NA WYKONANIE PRAC".

Załączniki

12.1. Załącznik 1: Obliczenie natężenia przepływu powietrza

12.1.1 Napełnianie opakowania aerozolowego gazem — Wentylacja

W praktyce poziom wymian powietrza w obudowie podstawowej jest znacznie wyższy niż 50 na godzinę, co stanowi przyjęty standard branżowy.

Należy pamiętać, że wartość dotyczy wyłącznie niektórych przypadków dużych obudów i pomieszczeń.

Powszechną praktyką jest stwierdzanie, że wymagana prędkość wentylacji jest wyższa podczas obliczania wymian powietrza na podstawie prędkości przechwytywania i rozcieńczenia.

WAŻNE: Nie należy opierać obliczeń tylko na wymianach powietrza w obudowie lub pomieszczeniu. Dwa ważne parametry do uwzględnienia to *rozcieńczenie* i *prędkość przechwytywania*.

12.1.1.1. Rozcieńczenie

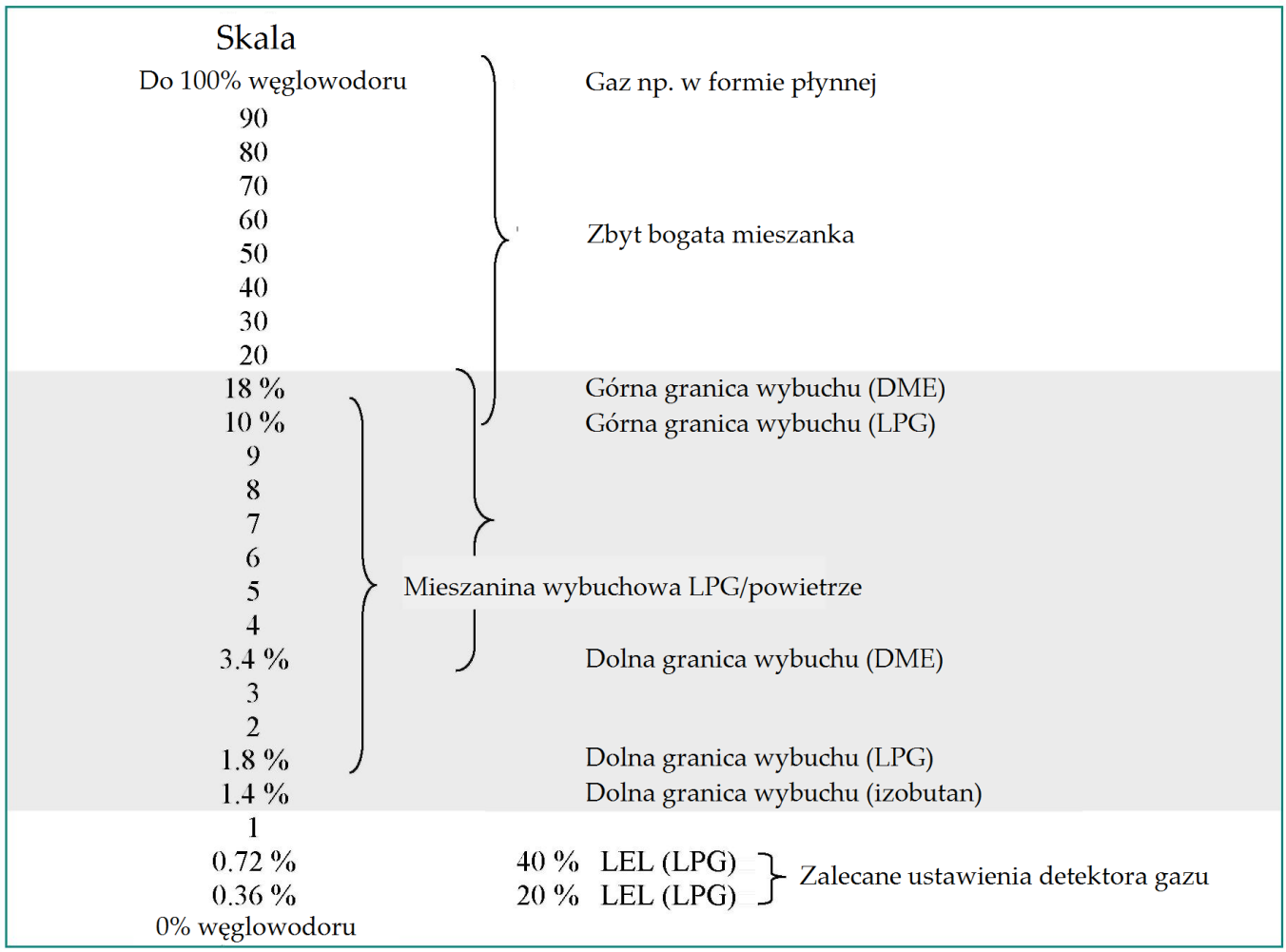
Konieczne jest uzyskanie wystarczającego przepływu powietrza do rozcieńczenia łatwopalnych oparów materiału pędnego wewnątrz obudowy podstawowej i w pomieszczeniu napełniania w taki sposób, aby jego stężenie zawsze było znacznie niższe niż dolna granica wybuchu (ok. 1,8% mieszaniny opar/powietrze w przypadku mieszanin propan/butan) (**zob. Tabela 2**).

Zalecane jest utrzymywanie stężenia poniżej 20% wartości 1,8% poprzez zapewnienie wystarczającego przepływu powietrza.

Ten przepływ powietrza należy obliczyć przyjmując przewidywaną stratę skroplonego materiału pędnego na proces napełniania na pojemnik, mnożąc ją przez maksymalną wydajność (pojemnika na minutę) i przez stopień rozprężenia materiału pędnego z cieczy do pary (***zob. Tabela 3***).

Wynikiem będzie objętość uwalnianych oparów na minutę podczas normalnej pracy.

Tabela 2: Mieszanina węglowodory/powietrze lub DME/powietrze oraz ryzyko wybuchu



Materiał pędny LPG: Zakres od 1,8% do 10% to idealna mieszanina do zapłonu i wybuchu
Poniżej 1,8% mieszanka jest zbyt uboga — zbyt dużo tlenu.
Powyżej 10% mieszanka jest zbyt bogata — zbyt mało tlenu.

Materiał pędny DME: Zakres od 3,4% do 18% to idealna mieszanina do zapłonu i wybuchu
Poniżej 3,4% mieszanka jest zbyt uboga — zbyt dużo tlenu
Powyżej 18% mieszanka jest zbyt bogata — zbyt mało tlenu

Tabela 3: Stopnie rozprężenia

Substancja	**Przybliżony stopień rozprężenia (20°C, 1 bar)**
Propan	1: 273
Izobutan	1: 232
n-butan	1: 240
DME	1: 349

Na przykład, obrotowa maszyna napełniająca z 12 głowicami do napełniania gazem i wykorzystująca technikę ciśnieniową „przez zawór" zwykle uwalnia do 1 ml skroplonego materiału pędnego na koniec każdego cyklu napełniania (przy wyciągnięciu końcówki z zaworu).

Przy typowej prędkości pracy 240 pojemników na minutę (p/min) całkowita ilość uwolnionego gazu ciekłego wyniesie do 240 ml (tj. 1 ml x 1 napełnienie x 240 p/min).

Dla porównania w przypadku urządzenia pracującego z prędkością 80 p/min, ale wykonującego napełnienie materiałem pędnym w 3 oddzielnych operacjach; całkowita ilość uwolnionego gazu także wyniesie 240 ml (tj. 1 ml x 3 napełnienia x 80 p/min).

Ta objętość skroplonego materiału pędnego zwykle rozszerza się około 250 razy w momencie uwolnienia do atmosfery (zob. Tabela 3).

Stratę gazu można obliczyć w następujący sposób:

$$\mathrm{GL}\,(m^3/\mathrm{h}) = \frac{\mathrm{LS} \times \mathrm{LPC} \times \mathrm{ER} \times 60}{1\,000\,000}$$

Gdzie:

GL = Strata gazu (w metrach sześciennych na godzinę)

LS = Prędkość linii (w pojemnikach na minutę)

LPC = Strata na pojemnik (w ml skroplonego materiału pędnego na pojemnik)

ER = Stopień rozprężenia materiał pędnego (ciecz – para)

Aby mieć gwarancje, że proces nigdy nie przekroczy 20%, a zatem uniknąć aktywacji alarmu, zalecane jest obliczenie minimalnego przepływu powietrza wymaganego do rozcieńczenia straty gazu do 15% LEL[9]:

$$\text{Przepływ powietrza}\,(\mathrm{m}^3/\mathrm{h}) = \frac{\mathrm{GL} \times 100}{\mathrm{LEL} \times 0{,}15}$$

Gdzie:

GL = Strata gazu (w m^3 na godzinę)

LEL wyrażona w %

[9] LEL = dolna granica wybuchu

Aby utrzymać tę wartość w zakresie 15% LEL (1,8% dla mieszaniny propan/butan), należy zapoznać się z pozostałymi parametrami wentylacji (zob. § 12.1.1.2.).

Do uzyskanego wyniku należy dodać współczynnik bezpieczeństwa co najmniej 20% na poczet przypadkowego uwolnienia materiału pędnego (pomnożyć wynik przez 1,2 lub więcej).

Przykład:

Prędkość linii	240 pojemników na minutę
Gazownica	Jednofazowa, obrotowa
Materiał pędny	Butan/propan (mieszanina, której stopień rozprężenia wynosi 250 i LEL wynosi 1,8%)
Strata gazu na pojemnik	1 ml (zwykle w zakresie 0,2–1 ml. Należy wykonać pomiar, ponieważ zależy od maszyny i zaworu)

$$\text{Strata gazu} = \frac{240 \text{ x } 1 \text{ x } 250 \text{ x } 60}{1\,000\,000}$$

Jeśli przyjmiemy minimalny współczynnik bezpieczeństwa 20%, minimalny przepływ powietrza wymagany do rozcieńczenia straty gazu do 15% wartości LEL wynosi:

$$\text{Przepływ powietrza} = \frac{3{,}6 \text{ x } 100 \text{ x } 1{,}2}{1{,}8 \text{ x } 0{,}15} = 1600\, m^3/\text{h}$$

12.1.1.2. Prędkość przechwytywania

Wymiary przewodów głównych powinny zostać wybrane dla zapewnienia przepływu powietrza obliczonego powyżej z prędkością 1 metra na sekundę mierzoną w punkcie odłączenia końcówki do napełniania gazu od zaworu (nie na przewodzie).

Podstawa obudowy podstawowej także powinna być wywietrzona w celu usunięcia nagromadzonych oparów (cięższych niż powietrze) przy prędkości 0,76 metra na sekundę w przewodzie.

12.1.2 Wentylacja dodatkowa

Wentylacja dodatkowa powinna uwzględniać to samo, ponownie określając wymiary według najwyższej prędkości wentylacji wyciągowej:

- **Minimalna liczba wymian powietrza –** 5 razy na godzinę, gdy stężenie gazu spadnie poniżej 20% LEL, oraz 10 na godzinę, gdy stężenie gazu wyniesie powyżej 20% LEL.
- **Poziomy rozcieńczenia** – ta wartość musi być wystarczająca do rozcieńczenia normalnych strat gazu (takie jak nieszczelność pojemników) do poniżej 20% LEL.
- **Minimalna prędkość powietrza –** 0,76 metra na sekundę w przewodach i otworach przenośników. Ten parametr zwykle wpływa na zwiększenie liczby wymian powietrza na godzinę w bieżących modułowych pomieszczeniach napełniania gazem o małej pojemności wewnętrznej.

12.1.2.1. Wentylacja/Kalkulacja wydajności wentylacji wyciągowej

$$\text{VR}\,(m^3/\text{h}) = \frac{(100 - \text{LEL})\,x\,R}{\text{DL x LEL}}$$

Gdzie:

VR = Wymagana prędkość wentylacji (w metrach sześciennych na godzinę)

LEL = Dolna granica wybuchu materiału pędnego (w %)

R = Szacowana strata materiału pędnego (w metrach sześciennych na godzinę)

DL = Minimalna granica projektowa (zwykle 10%)

Przykład:

Produkt - aerozol napełniony butanem jako materiałem pędnym (LEL = 1,8%), prędkość liniowa 120 pojemnik na minutę i strata gazu 0,5 cm^3 na pojemnik. Wybrany współczynnik bezpieczeństwa: 20%.

$$\text{STRATA GAZU} = \frac{120 \text{ x } 0{,}5 \text{ x } 250 \text{ x } 60}{1\,000\,000} = 0{,}9\,m^3/\text{h}$$

$$\text{VR}\,(m^3/\text{h}) = \frac{(100 - 1{,}8) \text{ x } 0{,}9 \text{ x } 1{,}2}{0{,}1 \text{ x } 1{,}8} = 589{,}2\,m^3/\text{h}$$

12.2. Załącznik 2: Informacje elektryczne/o materiale pędnym

	Klasyfikacja produktu		
Przykład	*CENELEC*	*Kod Północnoamerykański*	*Temperatura zapłonu*
Propan	II A	D	470°C
Butan	II A	D	365°C
DME	II B	C	235°C
Etanol	II A	D	425°C
Izopentan	II A	D	420°C

Normy ochrony				
	Dozwolona strefa użytku	*Norma IEC*	*CENELEC EN 50 …*	*Kod literowy IEC Ex … CENELEC EEx…*
Sprężanie	1 lub 2	2	016	p
Niepalność	1 lub 2	1	018	d
Zwiększone bezpieczeństwo	1 lub 2	7	019	e
Własne bezpieczeństwo	0,1 lub 2	11	020 (urządzenie) 039 (system)	ia lub ib

12.3. Załącznik 3: Akronimy i skróty

ADD	Dyrektywa dotycząca dozowników aerozoli: 75/324/EWG z dnia 20 maja 1975 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do dozowników aerozoli
ADR	Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych
ATEX	Atmosfery potencjalnie wybuchowe
BAT	Najlepsza dostępna technika
BREF	Dokument odniesienia — Najlepsza dostępna technika
BS	Norma brytyjska
CEN	Europejski Komitet Normalizacyjny
CENELEC	Europejski Komitet Normalizacyjny Elektrotechniki
IEC	Międzynarodowa Komisja Elektryczna
IED	Dyrektywa w sprawie emisji w przemyśle 2010/75/UE
LEL	Dolna granica wybuchu
MAC	Maksymalne dopuszczalne stężenie
PTFE	Politetrafluoroetylen
RID	Regulaminu dla międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych