





Oświadczenie o wyłączeniu odpowiedzialności:

Informacje zawarte w niniejszych wytycznych zostały podane w dobrej wierze, lecz nie stanowią one akceptacji jakiegokolwiek odpowiedzialności prawnej przez FEA oraz współautorów za jakiegokolwiek niedokładności oraz konsekwencje ich wykorzystania lub nieprawidłowego zastosowania w żadnych innych okolicznościach.

Wstęp do wersji oryginalnej

Co roku produkuje się miliardy pojemników aerozolowych, które spełniają wysokie wymagania norm bezpieczeństwa wdrożonych w procesie produkcji. Ciągły sukces produktów aerozolowych wynika także z wprowadzania odpowiednich innowacji i zapewniania wysokiego poziomu zadowolenia konsumentów.

Niniejsze poprawione Wytoczne FEA w zakresie podstawowych wymagań bezpieczeństwa w laboratoriach zajmujących się aerozolami skierowane są do wszystkich laboratoriów zajmujących się aerozolami zarówno na wczesnym etapie rozwoju produktu jak i na etapie późniejszym, w produkcyjnych laboratoriach jakości.

Odpowiednie przeszkolenie wszystkich zaangażowanych stron oraz świadomość występujących zagrożeń i wymagań to warunek wstępny w procesie zapewniania bezpiecznych warunków pracy w laboratorium. Niniejsza publikacja dotyczy bezpieczeństwa współpracowników, co sprawia, że z jej treścią musi zapoznać się kierownictwo i personel każdego laboratorium.

Obejmuje ona także najnowsze informacje dotyczące zmian w rozporządzeniach CLP lub dyrektywach zajmujących się bezpieczeństwem w pracy oraz przydatne praktyczne instrukcje.

Jako Prezes Europejskiej Federacji Aerozolowej z prawdziwą przyjemnością oddaję w Państwa ręce poprawione wydanie niniejszej publikacji. Chciałbym również podziękować ekspertom z europejskiej branży aerozolowej oraz organizacji krajowych, którzy opracowali ten dokument za wykonaną przez nich wspaniałą pracę.

Niniejszy przewodnik jest rekomendowany przez FEA do stosowania jako praktyczne uzupełnienie wysokich standardów bezpieczeństwa stosowanych w codziennej pracy laboratoriów. Niniejszy przewodnik oczywiście nie zastępuje krajowych przepisów obowiązujących w tym zakresie.

Rolf Bayersdörfer
Prezes FEA
Październik 2016 r.



Spis treści

1 Cel Przewodnika	11
2 Słownik pojęć.....	13
3 Ważne dyrektywy	17
3.1. Dozowniki aerozolowe	17
3.2. Bezpieczeństwo w pracy	17
3.3. Maszyny i urządzenia elektryczne	19
3.4. Niebezpieczne substancje i mieszaniny	19
4 Projektowanie laboratorium i dobre praktyki laboratoryjne	21
4.1. Wstęp	21
4.2. Wymagania dotyczące budowy pomieszczenia napełniania gazem	21
4.2.1. Przeprowadzanie ocen ryzyka	22
4.2.2. Praktyczne porady / metody kontroli stosowane w laboratoriach, dalsza ocena ryzyka	24
4.2.3. Zagrożenia związane z substancjami palnymi	24
4.2.4. Zagrożenia związane z wdychaniem substancji	25
4.3. Personel	26
4.4. Projektowanie laboratorium	28
4.5. Środki ochrony osobistej	29
4.5.1. Ochrona oczu	30
4.5.2. Ochrona rąk	30
4.5.3. Obuwie	30
4.5.4. Ochrona dróg oddechowych	31
4.6. Goście	31
4.7. Sprzęt bezpieczeństwa	31
4.7.1. Sprzęt zapobiegawczy	31
4.7.2. Sprzęt awaryjny	32
5 Przetwarzanie składników (formulacja).....	33

5.1.	Ocena ryzyka	33
5.2.	Zagrożenia fizyczne	34
5.2.1.	Praktyczna procedura pracy laboratorium	35
5.3.	Zagrożenia dla zdrowia i środowiska	36
5.3.1.	Praktyczna procedura pracy w laboratorium	37
6	Gazy pędne.....	39
6.1.	Magazynowanie i obsługa	39
6.1.1.	Informacje ogólne	39
6.1.2.	Opakowania gazów pędnych	40
6.1.3.	Obsługa gazów pędnych	42
6.2.	Systemy gazów pędnych	43
6.2.1.	Niepalne skroplone gazy pędne	44
6.2.2.	Łatwopalne gazy pędne	44
6.2.3.	Gazy sprężone i rozpuszczone	47
6.3.	Zwiększenie objętości parujących gazów pędnych	48
7	Napełnianie aerozoli.....	49
7.1.	Wytrzymałość pojemnika	49
7.2.	Kontrola ilości napełniania	50
7.3.	Napełnianie formułą i zagniatanie pojemnika	50
7.4.	Oczyszczanie pojemnika	51
7.5.	Napełnianie gazem	52
7.5.1.	Informacje ogólne	52
7.5.2.	Napełnianie ciśnieniowe	52
7.5.3.	Napełnianie przez przenoszenie	55
7.5.4.	Sprężone i rozpuszczalne gazy pędne	56
7.5.5.	Napełnianie na zimno	57
7.5.6.	Napełnianie za pomocą biurety	57
7.5.7.	Napełnianie pojemników aerozolowych szklanych/z tworzyw sztucznych	58
7.6.	Przepełnione pojemniki	59
7.7.	Badanie pojemników	59
7.8.	Magazynowanie i oznaczanie próbek	60
8	Magazynowanie wyrobów aerozolowych w laboratorium	61
8.1.	Ogólne wytyczne dla wszystkich magazynowanych aerozoli	61
8.1.1.	Liczba próbek przechowywanych w laboratorium	61
8.1.2.	Oznaczanie	61
8.1.3.	Badanie w kąpielii wodnej	62
8.1.4.	Pakowanie	62

8.2.	Długoterminowe badania wyrobów aerozolowych	62
8.2.1.	Przechowywanie w temperaturze otoczenia	63
8.2.2.	Przechowywanie w podwyższonej temperaturze	63
8.3.	Utylizacja próbek	64

9 Badanie napełnionych aerozoli 65

9.1.	Informacje ogólne.....	65
9.2.	Określone badania	66
9.2.1.	Badanie rozpyłu	66
9.2.2.	Badanie opakowania (próżnia, ciśnienie i zagniot)	66
9.2.3.	Badanie palności.....	66
9.2.4.	Badania specjalistyczne	68
9.2.5.	Analiza produktu.....	68

10 Utylizacja 69

10.1.	Informacje ogólne.....	69
10.2.	Personel i zagrożenia	70
10.3.	Utylizacja napełnionych pojemników	71
10.4.	Wadliwe pojemniki.....	71
10.5.	Rozszczelnienie	72
10.6.	Utylizacja zawartości pojemników	73
10.7.	Opróżnione pojemniki.....	74
10.8.	Utylizacja surowców	74

11 Załączniki 77

11.1.	Załącznik 1 – klasy zagrożeń według rozporządzenia CLP	77
11.1.1.	Zagrożenia fizyczne	77
11.1.2.	Zagrożenia dla zdrowia	80
11.2.	Załącznik 2 – Wybrane cechy pomieszczenia do napełniania gazem	83
11.3.	Załącznik 3 – Kontrola urządzeń laserowych.....	87
11.4.	Załącznik 4 – Projekt przepływu powietrza wentylacyjnego.....	88
11.5.	Załącznik 5 – Postępowanie z wadliwymi pojemnikami.....	89
11.5.1.	Pojemniki przepełnione	89
11.5.2.	Pojemniki o zbyt wysokim ciśnieniu.....	90
11.5.3.	Pojemniki nieszczelne.....	90
11.6.	Załącznik 6 – Przebieg pojemnika aerozolowego.....	91
11.6.1.	Informacje ogólne.....	91
11.6.2.	Metoda	92
11.7.	Załącznik 7 – Bezpieczna utylizacja resztek formuły	93



Cel Przewodnika

Celem niniejszego przewodnika jest rozwijanie i promowanie świadomości występowania potencjalnych zagrożeń podczas różnych czynności wykonywanych w laboratoriach zajmujących się rozwojem i badaniem wyrobów aerozolowych.

Niniejszy przewodnik zawiera porady dotyczące wielu aspektów bezpieczeństwa w laboratorium zajmującym się wyrobami aerozolowymi. Niemożliwe jest jednak przewidzenie każdej sytuacji, która może wystąpić w każdym laboratorium. Także kierownictwo jest odpowiedzialne za zapewnienie, że wykonywane oceny zagrożeń są odpowiednie i adekwatne do danego celu, a także za wdrażanie wyników tych ocen.

Przedstawienie kopii niniejszego dokumentu oraz stosowanie go do wykonywania oceny zagrożeń w zakładzie nie jest rozwiązaniem wystarczającym.

Uwagi:

- a. Należy ZAWSZE stosować się do oficjalnych przepisów krajowych, które mają wyższy priorytet niż niniejsze wytyczne.
- b. Maszyny, instalacje i budynki należy zawsze projektować i budować zgodnie z odpowiednimi normami EN.



Słownik pojęć

Pojęcia używane do celów niniejszych wytycznych:

Dozownik aerozolu lub aerozol – pojemnik jednorazowego użytku¹ wykonany z metalu, szkła lub tworzywa sztucznego, łącznie z zawartym w nim sprężonym, skroplonym lub rozcieńczonym pod ciśnieniem i zawierający gaz sprężony, skroplony lub rozpuszczony pod ciśnieniem gazem, z płynem, pastą, proszkiem lub bez płynu, pasty, proszku i wyposażony w mechanizm zwalniający umożliwiający uwolnienie jego zawartości w formie stałych lub ciekłych cząstek zawieszonych w gazie jako piana, pasta, proszek lub w stanie płynnym, (zgodnie z dyrektywą w sprawie dozowników aerozoli 75/324/EWG). W praktyce aerozol można określić jako produkt dozowany z pojemnika aerozolowego przy użyciu gazu pędnego.

Sprężony gaz – do celów niniejszych wytycznych jest to CO₂, powietrze, N₂ oraz N₂O.

Przewodzący – zdolny do wyładowania energii elektrycznej do ziemi.

Butla – zwykle jest to przenośny pojemnik o pojemności od około 0,5 do 61 litrów.

Wybuch – skutek szybkiego niekontrolowanego spalania palnej mieszanki gaz/powietrze w ograniczonej przestrzeni.

Gaz palny – gaz zdolny do tworzenia palnych lub wybuchowych mieszanek z powietrzem.

Granice palności – zakres pomiędzy dolną granicą wybuchowości (LEL) oraz górną granicą wybuchowości (UEL). W tym zakresie mieszanki gaz/powietrze są palne lub wybuchowe (w ograniczonej przestrzeni).

Łatwopalność – palna substancja z łatwością ulega zapłonowi i może się palić.

¹ Choć są one określane jako pojemniki jednorazowego użytku, należy pamiętać, że puste pojemniki aerozolowe podlegają recyklingowi.

Temperatura zapłonu – temperatura, w której (w określonych warunkach badań) substancja wydziela opary, które mogą ulec zapłonowi w powietrzu. Temperatury zapłonu mogą znacząco różnić się od siebie, w zależności od zastosowanej metody badania.

System detekcji gazu – przyrząd używany do wykrywania stężenia gazów pędnych aerozolu w powietrzu, w różnych kluczowych punktach.

Poziom gazu – stężenie gazów pędnych aerozolu w powietrzu mierzone przez czujniki gazu oraz podawane w formie stosunku procentowego dolnej granicy wybuchowości (LEL).

Wentylacja ogólna – system wentylacyjny zaprojektowany do obsługi całej ilości oparów gazów pędnych; zwykle zapewnia on wysokie i niskie natężenie przepływu powietrza.

Dobra praktyka laboratoryjna (GLP) – zbiór zasad zapewniający ramy, w których badania laboratoryjne są planowane, wykonywane, monitorowane, zapisywane, zgłaszane i archiwizowane.

Uziemiony – elektryczne połączenie do ziemi stałych urządzeń, maszyn, orurowania itd.

Zagrożenie – możliwość, że dana sytuacja spowoduje uraz człowieka, uszkodzenie obiektu lub zanieczyszczenie środowiska.

Okap – osłona otaczająca punkt emisji substancji niebezpiecznej, która zapewnia lokalną wentylację i wywiew.

Iskrobezpieczny – element, którego konstrukcja zapewnia jego bezpieczeństwo poprzez zastosowanie specjalnych obwodów elektrycznych o niskim potencjale.

Skroplone gazy pędne – do celów niniejszych wytycznych są to węglowodorowe gazy pędne (propan, butan), fluorowęglowodory (HFC) lub eter dimetylowy (DME).

Lokalna wentylacja wywiewna (LEV) – system wykorzystujący wentylację wyciągową do zapobiegania wdychaniu lotnych substancji niebezpiecznych przez osoby w miejscu pracy lub do ograniczania ich poziomu.

Minimalna energia zapłonu (MIE) – minimalna energia, która może wywołać zapłon danego materiału palnego w powietrzu lub tlenie, mierzona przy zastosowaniu standardowej procedury.

Wartość narażenia zawodowego (OEL) – określane w przepisach ograniczenie ilości lub stężenia substancji chemicznej, na jakie może być narażony pracownik.



Środki ochrony osobistej (PPE) – sprzęt zaprojektowany w celu ochrony pracowników przed poważnymi urazami w miejscu pracy lub chorobami wynikającymi z kontaktu z zagrożeniami chemicznymi, radiologicznymi, fizycznymi, elektrycznymi, mechanicznymi lub innymi, które są obecne w miejscu pracy. Oprócz osłon twarzy, okularów ochronnych, kasków i obuwia ochronnego środki ochrony osobistej obejmują wiele innych urządzeń i odzieży, np. gogle, kombinezony, rękawice, kamizelki, zatyczki do uszu i aparaty oddechowe.

Oczyszczanie – zastępowanie materiałów niebezpiecznych w instalacji rurowej lub maszynie gazem obojętnym (do celów obsługi technicznej, w przypadku awarii lub podczas zmiany gazów pędnych).

Ryzyko – prawdopodobieństwo, że dane zagrożenie spowoduje szkodę.

Karta charakterystyki substancji niebezpiecznej – dokument zawierający następujące informacje, które dotyczą substancji/mieszaniny: identyfikacja substancji/mieszaniny oraz firmy/przedsiębiorstwa, identyfikacja zagrożeń, skład/informacja o składnikach, środki pierwszej pomocy, postępowanie w przypadku pożaru, postępowanie w przypadku niezamierzonego uwolnienia do środowiska, postępowanie z substancjami i mieszaninami oraz ich magazynowanie, kontrola narażenia i środki ochrony indywidualnej, właściwości fizyczne i chemiczne, stabilność i reaktywność, informacje toksykologiczne, informacje ekologiczne, postępowanie z odpadami, informacje dotyczące transportu, informacje dotyczące przepisów prawnych oraz inne informacje.

Źródło zapłonu – ciepło, płomień, elektryczność statyczna lub wyładowanie atmosferyczne o energii umożliwiającej zapłon substancji palnej.

System tryskaczowy – napowietrzny system przewodów rurowych dostarczający dużą ilość wody – aktywowany, gdy pożar powoduje aktywację urządzenia .

Elektryczność statyczna – ładunek elektryczny (nieruchomy lub ruchomy) wytworzony przez tarcie oraz który zwykle może zostać wyładowany na powierzchnię przewodzącą i uziemioną.

Prężność par – ciśnienie wywierane przez parę będącą w równowadze ze swą formą stałą lub płynną.

Objętość powietrza wentylacyjnego – wydajność wentylacji umożliwiająca utrzymanie pomieszczenia gazującego lub lokalnej osłony wentylacyjnej poniżej niebezpiecznego poziomu dolnej granicy wybuchowości (LEL).

Odgazowywanie – umożliwianie bezpiecznego wypływu materiałów niebezpiecznych z instalacji rurowej lub maszyny (do celów obsługi technicznej, w przypadku awarii lub podczas zmiany gazów pędnych).



Rozdział 3

Ważne dyrektywy

3.1. Dozowniki aerozolowe

- Dyrektywa Rady z dnia 20 maja 1975 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do dozowników aerozoli (75/324/EWG)

3.2. Bezpieczeństwo w pracy

- Dyrektywa Rady 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy (dyrektywa ramowa dotycząca bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy)
- Dyrektywa 89/654/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia w miejscu pracy (pierwsza dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Rady 89/656/EWG z dnia 30 listopada 1989 r. w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników korzystających z wyposażenia ochronnego (trzecia dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG) (która zostanie uchylona dnia 21 kwietnia 2018 r.)
- Dyrektywa Rady 90/269/EWG z dnia 29 maja 1990 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących ochrony zdrowia i bezpieczeństwa podczas ręcznego przemieszczania ciężarów w przypadku możliwości wystąpienia zagrożenia, zwłaszcza urazów kręgosłupa pracowników (czwarta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Rady 90/270/EWG z dnia 29 maja 1990 r. w sprawie minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia przy pracy z urządzeniami wyposażonymi w monitory ekranowe (piąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Komisji 91/322/EWG z dnia 29 maja 1991 w sprawie ustanowienia indykatywnych wartości granicznych w wykonaniu dyrektywy Rady 80/1107/EWG w sprawie ochrony pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników chemicznych, fizycznych i biologicznych w miejscu pracy
- Dyrektywa Rady 92/58/EWG z dnia 24 czerwca 1992 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących znaków bezpieczeństwa i/lub zdrowia w miejscu pracy (dziewiąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)

- Dyrektywa Rady 92/85/EWG z dnia 19 października 1992 r. w sprawie wprowadzenia środków służących wspieraniu poprawy w miejscu pracy bezpieczeństwa i zdrowia pracownic w ciąży, pracownic, które niedawno rodziły i pracownic karmiących piersią (dziesiąta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Rady 94/33/WE z dnia 22 czerwca 1994 r. w sprawie ochrony pracy osób młodych
- Dyrektywa Rady 98/24/WE z dnia 7 kwietnia 1998 r. w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym ze środkami chemicznymi w miejscu pracy (czternasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa 1999/92/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 1999 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie poprawy bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników narażonych na przebywanie w środowiskach potencjalnie wybuchowych (piętnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Komisji 2000/39/WE z dnia 8 czerwca 2000 r. ustanawiająca pierwszy wykaz wskaźnikowych wartości granicznych ryzyka zawodowego przy stosowaniu dyrektywy Rady 98/24/WE w sprawie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa pracowników przed ryzykiem związanym z narażeniem na działanie czynników chemicznych w miejscu pracy
- Dyrektywa 2003/10/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań w zakresie ochrony zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących narażenia pracowników na ryzyko spowodowane czynnikami fizycznymi (hałasem) (siedemnasta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa 2004/37/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie ochrony pracowników przed zagrożeniem dotyczącym narażenia na działanie czynników rakotwórczych lub mutagenów podczas pracy (szósta dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy Rady 89/391/EWG) (wersja skodyfikowana)
- Dyrektywa Komisji 2006/15/WE z dnia 7 lutego 2006 r. ustanawiająca drugi wykaz indykatywnych dopuszczalnych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywy 91/322/EWG i 2000/39/WE
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/104/WE z dnia 16 września 2009 r. dotycząca minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkowania sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy (druga dyrektywa szczegółowa w rozumieniu art. 16 ust. 1 dyrektywy 89/391/EWG)
- Dyrektywa Komisji 2009/161/UE z dnia 17 grudnia 2009 r. ustanawiająca trzeci wykaz wskaźnikowych wartości narażenia zawodowego w celu wykonania dyrektywy Rady 98/24/WE oraz zmieniająca dyrektywę Komisji 2000/39/WE

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG (które będzie obowiązywać od dnia 21 kwietnia 2018 r., z wyjątkiem Art. 20 - 36 oraz Art. 44, które zaczną obowiązywać od dnia 21 października 2016 r. oraz Art. 45(1), który zacznie obowiązywać od dnia 21 marca 2018 r.)

3.3. Maszyny i urządzenia elektryczne

- Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE (przekształcenie)
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona)

3.4. Niebezpieczne substancje i mieszaniny

- Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH) i utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006



Rozdział 4

Projektowanie laboratorium i dobre praktyki laboratoryjne

4.1. Wstęp

Oprócz specjalnych środków ostrożności, które należy stosować podczas napełniania, oceny i postępowania z wyrobami produktów aerozolowych należy także stosować zasady opisane w *Dobrych Praktykach Laboratoryjnych (GLP)*. Bezpieczeństwo w laboratorium należy wziąć pod uwagę podczas opracowywania polityki BHP firmy.

Podczas analizy spraw związanych z bezpieczeństwem należy wziąć pod uwagę wszystkie obowiązujące przepisy i kodeksy postępowania. Należy także uzyskać pomoc związaną z określeniem najnowszych wymagań prawnych i kodeksów postępowania.

Poniżej został podany krótki wstęp do niektórych zasad przewodnich. Z jego treścią należy zapoznawać się wraz z treścią najnowszych przepisów oraz kodeksów postępowania.

4.2. Wymagania dotyczące budowy pomieszczenia napełniania gazem

Wszystkie rzeczywiście i potencjalnie niebezpieczne zadania, czynności i procesy występujące w laboratorium zajmującym się aerozolami muszą zostać poddane ocenie ryzyka, za co prawnie odpowiedzialne jest Kierownictwo.

Ocena ryzyka musi być wykonywana przez kompetentne osoby, które mają wiedzę na temat zadania, czynności lub procesu poddawanego ocenie. Ocenę należy wykonywać pod kątem bezpieczeństwa.

4.2.1. Przeprowadzanie ocen ryzyka

4.2.1.1. Wszelkie oceny ryzyka muszą podlegać indywidualnej identyfikacji. Należy także udokumentować datę oceny oraz osobę wykonującą ocenę .

4.2.1.2. Należy określić następujące elementy:

- (i) zadanie poddawane ocenie
- (ii) potencjalnie narażone osoby
- (iii) występujące zagrożenia oraz
- (iv) występujące czynniki

4.2.1.3. Należy określić rodzaj potencjalnego urazu, którego wystąpienie można w uzasadniony sposób przewidzieć na podstawie określonych czynników. Skala potencjalnych urazów powinna zostać określona jako uraz Poważny (P), Średni (Ś) lub Nieznacznym (N).

Zwykle:

Uraz Poważny (P)	uraz, który może skutkować tym, że dana osoba będzie niezdolna do wykonywania pracy przez okres przynajmniej 7 dni (np. zgon, pęknięcie kości, poparzenia, uszkodzenie tkanek, leczenie szpitalne itd.);
------------------	--

Uraz Średni (Ś)	uraz, który może skutkować tym, że dana osoba będzie niezdolna do wykonywania pracy przez okres przynajmniej dłuższy niż 1 dzień, lecz krótszy niż 7 dni (np. skręcenie, nadwyrężenie, leczenie ambulatoryjne itd.);
-----------------	--

Uraz Nieznacznym (N)	uraz, który może nie wymagać udzielenia pierwszej pomocy oraz który nie powinien skutkować niezdolnością do pracy (np. nieznaczące stłuczenie, rany szarpane, niewielkie oparzenie itd.).
----------------------	---

4.2.1.4. Należy określić prawdopodobieństwo wystąpienia zdarzenia, które może skutkować wystąpieniem określonego urazu. Skala tego prawdopodobieństwa powinna zostać określona jako Wysokie (W), Średnie (Ś) lub Niskie (N).

Zwykle:

prawdopodobieństwo Wysokie (H)	Pewne – niewątpliwe Przypuszczalne – oczekiwane Prawdopodobne – niezaskakujące
prawdopodobieństwo Średnie (Ś)	Jest szansa wystąpienia – może nastąpić Możliwe – lecz zaskakujące Mało prawdopodobne – lecz może wystąpić
prawdopodobieństwo Niskie (N)	Bardzo mało prawdopodobne – lecz wyobrażalne Prawie nieprawdopodobne – możliwe w skrajnych okolicznościach Prawie niemożliwe – prawie nierealne

4.2.1.5. Po określeniu potencjału i prawdopodobieństwa wystąpienia urazu można określić ryzyko. Ryzyko to wynik skali potencjalnego urazu w połączeniu z prawdopodobieństwem jego wystąpienia.

		URAZ/SKALA		
		Poważny (P)	Średni (Ś)	Nieznaczny (N)
PRAWDOPODOBIENSTWO	Wysokie (W)	POWAŻNE (P)	POWAŻNE (P)	ŚREDNIE (Ś)
	Średnie (Ś)	POWAŻNE (P)	ŚREDNIE (Ś)	ŚREDNIE (Ś)
	Niskie (N)	ŚREDNIE (Ś)	ŚREDNIE (Ś)	NISKIE (N)

4.2.1.6. Na podstawie oceny ryzyka należy określić wdrożone metody kontroli ryzyka oraz ich adekwatność.

4.2.1.7. Należy określić proponowane środki kontroli, które można wdrożyć, aby kontrolować ryzyko oraz stwierdzić, czy są one adekwatne. .

4.2.2. Praktyczne porady / metody kontroli stosowane w laboratoriach, dalsza ocena ryzyka

Poniżej podane zostały niektóre ogólne porady w zakresie metodologii kontroli substancji palnych, a także zagrożeń związanych z wdychaniem substancji określone na podstawie oceny ryzyka. Oczywiście są to tylko dwa potencjalne zagrożenia występujące w laboratorium zajmującym się aerozolami. Istnieje jednak znacznie więcej potencjalnych zagrożeń. Niektóre z nich dotyczą samego laboratorium i/lub typów przetwarzanych produktów. W stosunku do każdego określonego ryzyka należy natychmiast podjąć odpowiednie działania.

Kolejność działań w zakresie zarządzania potencjalnym ryzykiem jest zawsze taka sama:

- usunąć zagrożenie
- znaleźć bezpieczniejszą alternatywę
- ograniczyć fizyczny wpływ zagrożenia
- zapewnić ochronę osobistą

4.2.3. Zagrożenia związane z substancjami palnymi

- 4.2.3.1. Jeśli ocena ryzyka wskaże na obecność jakiegokolwiek palnego surowca, należy sprawdzić obszar przygotowywania oraz wykorzystywane urządzenia procesowe, aby wyeliminować ryzyko zapłonu oparów.
- 4.2.3.2. Pracę z materiałami palnymi oraz ich przetwarzanie należy prowadzić w obszarach wydzielonych pożarowo. Należy zwrócić szczególną uwagę na materiał o bardzo niskiej temperaturze zapłonu. Wycieki oparów z pojemników używanych do przetwarzania muszą zostać zminimalizowane poprzez np. stosowanie zamykanych pojemników lub utrzymywanie niskiej temperatury podczas wykonywania czynności. Ryzyko wystąpienia wyładowania elektrycznego z urządzeń procesowych należy zminimalizować poprzez stosowanie urządzeń odpowiedniej klasy.
- 4.2.3.3. Należy pamiętać, że materiały palne mogą ulec zapłonowi spowodowanemu przez wyładowania elektrostatyczne z powierzchni i nieuziemionych przyrządów, a także z odzieży (w szczególności jedwabnej lub nylonowej) personelu. Wszelkie przyrządy muszą być uziemione, a także należy zapewnić punkty uziemienia dla personelu, w szczególności podczas pracy z cieczami o bardzo niskich temperaturach zapłonu. Także obuwie i wykładziny podłogowe muszą być wykonane z materiałów o odpowiedniej przewodności, aby uniknąć nagromadzenia ładunków elektrostatycznych.

- 4.2.3.4. Układ wentylacyjny / wyciągowy w pomieszczeniach przygotowawczych musi zostać zaprojektowany w sposób zapobiegający nagromadzeniu palnych mieszanin w atmosferze. Należy zachować odpowiednią ostrożność w zakresie przechowywania (podczas przetwarzania) jakichkolwiek palnych składników, koncentratów produktów gotowych i/lub gotowych aerozoli.
- 4.2.3.5. Przed rozpoczęciem pracy w laboratorium należy zapewnić odpowiednie środki przeciwpożarowe oraz przeszkolić personel w zakresie ich obsługi.

4.2.4. Zagrożenia związane z wdychaniem substancji

- 4.2.4.1 W przypadku wykrycia zagrożenia związanego z wdychaniem substancji należy zapewnić środki ochrony zapobiegające nagromadzeniu niebezpiecznych substancji w atmosferze laboratorium. Stężenia wszelkich materiałów w atmosferze należy zawsze utrzymywać na jak najniższym poziomie oraz nie przekraczać wymaganej wartości narażenia zawodowego (OEL).
- 4.2.4.2. Minimalizacja wycieków oparów z przyrządu, tzn. stosowanie odpowiednio zamykanych pojemników lub utrzymywanie niskich temperatur podczas produkcji, może zapobiec nagromadzeniu niebezpiecznych oparów w atmosferze. Należy zapewnić odpowiedni układ wentylacyjny/wyciągowy w każdym przypadku, gdy możliwy jest niedopuszczalny wyciek oparów, aby utrzymywać ich poziom znacznie poniżej poziomu OEL.
- 4.2.4.3. Podczas pracy z mieszaninami zawierającymi więcej niż jeden niebezpieczny materiał należy odpowiednio zaprojektować wentylację, aby zapewnić przepływ powietrza utrzymujący poziomy wszystkich materiałów poniżej określonych wartości OEL.
- 4.2.4.4. Należy zapewnić taki kierunek wyciągu oparów, aby przepływały one z dala od pracowników, a nie w ich kierunku. Dodatkowo żadne inne osoby przebywające w obszarze roboczym nie mogą być narażone na działanie materiałów emitowanych na niebezpiecznym poziomie, które może wystąpić w obiegu powietrza przenoszącego opary z dala od operatora, lecz w kierunku tych osób.
- 4.2.4.5. Należy także wziąć pod uwagę ilość produktu produkowanego przy użyciu niebezpiecznych materiałów, np. minimalizacja wielkości partii ograniczy ryzyko nadmiernego narażenia na działanie substancji.

- 4.2.4.6. W miarę możliwości, w każdej sytuacji, gdy prawdopodobne jest przekroczenie poziomu OEL, program prac należy odpowiednio dostosować, aby uniknąć tego przekroczenia (np. poprzez zastosowanie bezpieczniejszych składników). Jeśli jednak nie jest to możliwe i nadal występuje możliwość przekroczenia OEL, należy stosować odpowiednie i sprawne środki ochrony osobistej (PPE).
- 4.2.4.7. W przypadku stosowania do produkcji materiałów w proszku należy zapewnić odpowiednie środki ochrony przed ich wdychaniem (np. lokalny układ wyciągowy). Podczas obsługi takich materiałów należy zapobiegać unoszeniu się proszków w powietrzu, a także powiadomić inne osoby przebywające w przestrzeni roboczej o potencjalnym problemie, aby mogły one podjąć odpowiednie środki ochrony.

4.3. Personel

Przepisy BHP określają zakres odpowiedzialności osób za bezpieczeństwo własne oraz innych osób. Kierownictwo musi wspierać personel przy ustalaniu indywidualnych zakresów odpowiedzialności i podejmowaniu odpowiedzialnych działań. Celem powyższego jest tworzenie kultury bezpieczeństwa poprzez promowanie i zachęcanie do szkolenia, wdrażanie dobrych praktyk oraz regularne wykonywanie audytów. Wdrożenie restrykcyjnego procesu oceny ryzyka umożliwia skupienie się na zapobieganiu wypadkom.

Obowiązujące przepisy wymagają utworzenia struktury kierowniczej obejmującej osoby kompetentne w zakresie zapewniania bezpieczeństwa. Kiedy pozwala na to liczba pracowników w laboratorium, można wyznaczyć jedną osobę zajmującą się bezpieczeństwem. Powinien to być doświadczony pracownik laboratorium, który zapewnia odpowiednie doradztwo w zakresie bezpieczeństwa, działań eksperymentalnych oraz organizacji laboratorium, a także pomaga kierownictwu utrzymać wysokie standardy prowadzonych działań porządkowych.

Kierownictwo powinno doskonale znać treść przepisów lokalnych dotyczących procedur zawiadamiania o wypadkach i niebezpiecznych zdarzeniach, które obejmują zgłaszanie poważnych wypadków i pożarów. Kierownictwo musi prowadzić centralną kartotekę wszystkich wypadków i „zdarzeń potencjalnie wypadkowych”, która musi być regularnie poddawana przeglądowi prowadzonym przez kierownictwo oraz przedstawicieli organizacji ds. bezpieczeństwa, aby odpowiednio określać trendy, „słabe strony” oraz podejmować działania zapobiegawcze. Należy podjąć wszelkie możliwe działania w celu zapobiegania wypadkom, a także zapewnić odpowiednie procedury ich zgłaszania, gdy nastąpią.

Przed rozpoczęciem pracy w laboratorium wszyscy nowi pracownicy, zatrudnieni na stałe, kontraktowi lub tymczasowi, muszą zostać przeszkoleni w zakresie bezpiecznych praktyk laboratoryjnych, a także zagrożeń związanych z wykonywaną pracą. Wymagania takich szkoleń stanowiskowych muszą zostać udokumentowane, a po zakończeniu zachowane, w celu potwierdzenia ich ukończenia i zrozumienia zarówno przez pracownika jak i pracodawcę.

Przed rozpoczęciem nowych eksperymentów lub czynności należy przeprowadzić pełną ocenę ryzyka. Taka ocena musi uwzględniać, np. zapisy dyrektywy 98/24/WE (substancje chemiczne) i 90/269/EWG (ręczne przemieszczanie ciężarów). Na podstawie wyników oceny ryzyka wraz z oceną techniczną należy opracować protokół bezpieczeństwa obejmujący wszystkie potencjalne zagrożenia, a także konieczne środki zapobiegawcze i ochronne.

Odpowiednio przeszkolony personel powinien przeprowadzać regularne audyty/kontrole laboratorium pod kątem jego bezpieczeństwa. Powinny one obejmować wszelkie aspekty bezpieczeństwa oraz prace porządkowe. Należy określić bieżące praktyki i porównać je z politykami i procedurami firmy. Oprócz czynników mierzalnych należy także monitorować kulturę bezpieczeństwa w laboratorium. Wykorzystanie personelu niezatrudnionego w laboratorium do wykonywania przeglądów praktyk może zapewnić nowy, niezależny wymiar kontroli w procesie audytu.

Ponieważ osoby zazwyczaj nie pracujące w laboratorium mogą zostać poproszone o wykonanie w nim danej pracy (np. wykonawcy obsługi technicznej), należy wdrożyć procedury w formie „pozwolenia na pracę”, aby zapewnić, że osoby te mogą pracować w laboratorium bez narażania ich na ryzyko. Należy zwrócić uwagę na poziomy szkoleń i nadzoru wymagane w takich okolicznościach.

Wykonywanie pracy w laboratorium tylko przez jedną osobę nie jest zalecane. Jeśli jednak konieczne jest wykonanie takiej samodzielnej pracy, należy przeprowadzić odpowiednie oceny ryzyka oraz wdrożyć czynności zapobiegawcze, np. konieczność stosowania pagerów przez osoby wykonujące pracę w laboratorium bez obecności innych osób.

4.4. Projektowanie laboratorium

Projektowanie laboratorium jest uzależnione od wielu czynników. Bardzo ważne w tym zakresie jest maksymalne ograniczenie zagrożeń. Poniżej podane zostały elementy które należy wziąć pod uwagę podczas projektowania laboratorium, lecz lista ta nie jest wyczerpująca:

- przepisy lokalne, krajowe i regionalne
- najlepsze praktyki branżowe
- zakres wykonywanej pracy
- wielkość laboratorium
- prawdopodobna liczba osób przebywających w laboratorium (obecnie i w przyszłości)
- lokalizacje zamocowanych na stałe stołów i urządzeń
 - swobodny dostęp do elementów
- lokalizacje okapów odprowadzających opary
- lokalizacje, wielkość oraz rodzaj magazynowanych elementów
 - wyroby aerozolowe należy przechowywać w odpowiednio oznaczonych obszarach wyposażonych w układ wentylacji. Zaleca się by obszary wyposażać w detektory gazu lub systemy tryskaczowe oraz zapobiegać rozprzestrzenianiu się ognia przez czas wymagany przepisami (np.: ustalony z ubezpieczycielami, odpowiednimi organami zajmującymi się ochroną przeciwpożarową)
 - konstrukcja regałów magazynowych musi być dostosowana do ustawianych na nich materiałów. Należy także wziąć pod uwagę wymagania określone w przepisach na temat ręcznego przemieszczania ciężarów
 - wszystkie materiały i produkty muszą być odpowiednio oznakowane
- rurociągi, np. dostarczające wodę, gazy pędne, sprężone powietrze i parę, muszą być czytelnie oznaczone za pomocą zawieszek lub niezmywalnych etykiet
- na obszarach, gdzie obsługiwane są materiały palne, konstrukcje i specyfikacje wszystkich urządzeń elektrycznych muszą być zgodne z obowiązującymi przepisami. Bardzo ważne jest zapobieganie wszelkim wyladowaniom elektrycznym lub elektrostatycznym
 - należy stosować podzespoły i złącza w wykonaniu iskrobezpiecznym.
 - nie należy używać telefonów komórkowych / pagerów w wykonaniu innym niż iskrobezpieczne
 - nie należy stosować odzieży wykonanych z nylonu, np. nylonowych kurtek odbłaskowych
 - należy wziąć pod uwagę przepisy dyrektywy na temat substancji chemicznych oraz środowisk potencjalnie wybuchowych (ATEX 1999/92/WE)
- oświetlenie musi zapewniać odpowiednią widoczność na każdym obszarze
- idealnym rozwiązaniem w zakresie ogólnej wentylacji jest zastosowanie odpowiednio zaprojektowanego systemu o wymuszonym obiegu powietrza

- konieczne będzie zastosowanie lokalnej wentylacji wywiewnej (LEV) w sposób określony w ocenie ryzyka
- podłoga powinna być w dobrym stanie i posiadać właściwości antypoślizgowe.
 - podczas wykonywania czynności w środowisku, w którym pracuje się z substancjami palnymi, należy podjąć działania mające na celu ograniczenie potencjalnego nagromadzenia ładunków elektrostatycznych pomiędzy podeszwami obuwia i podłogą
- systemy przeciwpożarowe i detekcji dymu należy odpowiednio dobrać (np. w porozumieniu z ubezpieczycielami, organami zajmującym się ochroną przeciwpożarową)
 - wymagana jest regularna obsługa techniczna i testy takich systemów
- systemy tryskaczowe należy odpowiednio dobrać (np. w porozumieniu z ubezpieczycielami, organami zajmującymi się ochroną przeciwpożarową)
 - wymagana jest regularna obsługa techniczna i testy takich systemów
- drogi ewakuacyjne należy odpowiednio zaprojektować np. w porozumieniu z organami zajmującymi się ochroną przeciwpożarową. Drogi ewakuacyjne oraz drzwi przeciwpożarowe muszą być odpowiednio oznakowane
- projekt laboratorium musi obejmować odpowiedni obszar „nielaboratoryjny”, w którym pracownicy mogą spożywać posiłki itd.
- w całym laboratorium należy stosować odpowiednie oznaczenia. Powinny one:
 - określać zagrożenia oraz czynności zapobiegawcze i środki ostrożności
 - w miarę potrzeb informować o ograniczeniu dostępu
 - wskazywać obszary magazynowe oraz konieczne środki ostrożności
- pomieszczenia, gdzie występują gazy węglowodorowe, należy wyposażyć w detektory gazu/urządzenia alarmowe

4.5. Środki ochrony osobistej

Kolejność działań w zakresie zapewnienia ochrony pracowników jest zawsze taka sama:

- usunąć zagrożenie
- znaleźć bezpieczniejszą alternatywę
- ograniczyć fizyczny wpływ zagrożenia
- zapewnić ochronę osobistą

Dobór *środków ochrony osobistej* (PPE) stosowanych w danej sytuacji musi wynikać z oceny ryzyka przeprowadzonej przed rozpoczęciem procesu / czynności. Na środkach ochrony osobistej musi znajdować się znak CE zgodnie z dyrektywą 89/656/EWG (do 20 kwietnia 2018 r.) i rozporządzeniem (UE) 2016/425 (od 21 kwietnia 2018 r.).

Personel musi ubierać się odpowiednio do pracy w laboratorium, np. ubrania nie mogą być zbyt luźne, powinny być wykonane z materiałów trudnopalnych, a długie włosy muszą zostać odpowiednio zabezpieczone. Personel powinien nosić odpowiednią odzież ochronną, a także zatwierdzone obuwie ochronne.

Stosowanie środków ochrony osobistej jest wymagane w większości laboratoriów, w zależności od obecnych w nich substancji i procesów. Głównym celem jest jednak eliminacja konieczności ich stosowania poprzez kontrolę zagrożeń u źródła. Należy postępować zgodnie z obowiązującymi przepisami na temat środków ochrony osobistej oraz BHP.

Środki ochrony osobistej powinny być wydawane po wykonaniu oceny ryzyka w zakresie wszystkich wykorzystywanych substancji chemicznych i procesów oraz okresowo powinno się weryfikować ich skuteczność.

4.5.1. Ochrona oczu

Stosowanie środków ochrony oczu jest obowiązkowe w każdym laboratorium. Ich rodzaj (np. okulary, gogle, maska ochronna, gogle chroniące przed promieniowaniem laserowym) jest określany na podstawie ocen ryzyka.

W przypadku skażenia laboratorium stosowanie szkieł kontaktowych może stanowić problem. Soczewki korekcyjne mogą zostać zamontowane w oprawkach gogli lub okularów ochronnych.

4.5.2. Ochrona rąk

Dobór rękawic lub innych środków ochrony rąk stosowanych w danej sytuacji musi wynikać z oceny ryzyka przeprowadzonej przed rozpoczęciem procesu/czynności. Jeśli nie można zapewnić odpowiedniej ochrony rąk, należy poddać podstawowy proces ponownej ocenie.

4.5.3. Obuwie

Dobór środków ochrony stóp stosowanych w danej sytuacji musi wynikać z oceny ryzyka przeprowadzonej przed rozpoczęciem procesu / czynności.

Oprócz ochrony przed czynnikami chemicznymi i fizycznymi obuwie powinno być wyposażone w przewodzące podeszwy (od 5×10^4 do $10^8 \Omega$ [omów]).

4.5.4. Ochrona dróg oddechowych

Należy unikać wdychania substancji drażniących, toksycznych i szkodliwych. Potrzeba stosowania środków ochrony dróg oddechowych musi wynikać z oceny ryzyka przeprowadzonej przed rozpoczęciem procesu/czynności.

4.6. Goście

Wszyscy goście w laboratorium muszą być tak samo chronieni jak pracownicy oraz muszą zapoznać się z treścią protokołów bezpieczeństwa. Każda osoba pracująca w laboratorium musi zadbać, aby goście nie byli narażeni na niebezpieczeństwo z powodu braku odpowiedniej wiedzy lub *środków ochrony osobistej* (PPE).

4.7. Sprzęt bezpieczeństwa

Laboratorium musi zostać wyposażone w odpowiedni sprzęt bezpieczeństwa w celu zapewnienia ochrony, a także użycia w sytuacjach awaryjnych. Działania podejmowane w laboratorium powinny zostać zaprojektowane w sposób minimalizujący potrzebę korzystania z takiego sprzętu. Jakość i typ wymaganego sprzętu zależą od rodzaju wykonywanej pracy.

Poniżej opisane zostały bardziej standardowe rodzaje sprzętu bezpieczeństwa - lista ta nie jest wyczerpująca:

4.7.1. Sprzęt zapobiegawczy

Ekrany i osłony – wszelkie mechanizmy z ruchomymi częściami muszą zostać odpowiednio zabezpieczone. Odpowiednie ekrany należy także stosować podczas wykonywania czynności, podczas których może potencjalnie wystąpić zagrożenie.

Laboratoryjne okapy wyciągowe/lokalna wentylacja wywiewna (LEV) – w przypadku, gdy w laboratorium występuje ryzyko skażenia atmosfery, należy zapewnić dodatkową wentylację, aby zniwelować narażenie na działanie niebezpiecznych substancji.

Oznakowanie – należy stosować stałe i tymczasowe oznaczenia informujące o zagrożeniach oraz lokalizacjach dróg ewakuacyjnych.

4.7.2. Sprzęt awaryjny

Sprzęt gaśniczy – na podstawie uzgodnień z lokalnymi organami zajmującymi się ochroną przeciwpożarową należy zapewnić sprzęt gaśniczy dostosowany do określonych zagrożeń. Gaśnice muszą być umieszczone we wskazanych miejscach oraz odpowiednio oznakowane. Należy przeprowadzać regularne przeglądy sprzętu oraz natychmiast wymieniać ten, który zostanie określony jako niesprawny.

Udzielanie pierwszej pomocy – personel wyszkolony w zakresie udzielania pierwszej pomocy musi być stale dostępny, a pracodawca musi dostarczyć wymagane środki pierwszej pomocy.

Sprzęt do przemywania oczu / prysznice bezpieczeństwa – w laboratorium należy odpowiednio rozmieścić sterylne butelki z płynem do przemywania oczu oraz odpowiednio zaprojektowane i regularnie sprawdzane stanowiska do przemywania oczu. W zależności od obsługiwanych materiałów konieczne może być zapewnienie pryszniców bezpieczeństwa do usuwania skażenia odzieży lub skóry.

Zestawy do usuwania rozlanych substancji – należy zapewnić materiały wykorzystywane do usuwania różnych rozlanych substancji.

Przetwarzanie składników (formulacja)

Ocena własności fizyko-chemicznych potencjalnych składników oraz ich wpływu na zdrowie stanowi ważną część procesu rozwoju produktu. Uzyskana na jej podstawie wiedza umożliwia opracowanie strategii kontroli zagrożeń podczas przygotowywania prototypowej formulacji produktu. Należy sprawdzić, czy podczas produkcji lub magazynowania końcowego aerozolu mogą wystąpić niebezpieczne produkty uboczne lub półprodukty oraz czy zanieczyszczenia obecne w surowcach mogą być źródłem jakiegokolwiek zagrożenia. Rozporządzenie CLP (WE) 1272/2008 podaje 16 klas zagrożeń fizycznych, 10 klas zagrożeń dla zdrowia oraz 2 klasy zagrożeń dla środowiska, które należy wziąć pod uwagę - patrz Załącznik 1.

5.1. Ocena ryzyka

Bezpieczeństwo i higiena pracy to czynniki, które należy zawsze wziąć pod uwagę w przypadku laboratorium, niezależnie od tego, czy proponowana zmiana dotyczy nowego składnika, nowej metody przetwarzania lub całkowicie nowego produktu. Zawsze istnieje możliwość powstania nowych zagrożeń dla zdrowia i bezpieczeństwa. Jeśli chodzi o przepisy prawne w tym zakresie, rozporządzenie REACH (WE) 1907/2006 wymaga przeprowadzania ocen ryzyka dla zdrowia i bezpieczeństwa dotyczących potencjalnych zagrożeń, które mogą wystąpić podczas pracy z surowcami chemicznymi, ich mieszania oraz przetwarzania w gotowe aerozole.

Najskuteczniejszym rozwiązaniem jest zawsze określenie potencjalnych zagrożeń w fazie projektowania procesu rozwojowego oraz podjęcie czynności zapobiegawczych w zakresie kontroli ryzyka niż wdrażanie drogich rozwiązań modernizacyjnych o długim czasie realizacji w celu zapewnienia kontroli zagrożeń. Szczególną uwagę należy zwrócić na nowe surowce w laboratorium. Dlatego przed przygotowaniem jakiegokolwiek formuły wyrobu aerozolowego należy wykonać odpowiednią ocenę ryzyka w zakresie własności toksykologicznych i fizyko-chemicznych. Wynikiem oceny powinna być dokumentacja informująca operatora oraz inne osoby przebywające w pobliżu o prawdopodobnych zagrożeniach, stosowanych metodach postępowania podczas wypadku oraz o dalszych

podejmowanych czynnościach. Wybrane składniki i metody przetwarzania muszą być tak zaprojektowane, że ryzyko powstania jakiegokolwiek zagrożenia jest wyeliminowane lub ograniczone do minimum.

W ocenie ryzyka chemicznego $\text{Ryzyko} = \text{Zagrożenie} \times \text{Narażenie}$

Zagrożenie: Sposób, w jaki substancja lub preparat może powodować szkody, tzn. urazy fizyczne i/lub utratę zdrowia, szkody w mieniu lub szkody środowiskowe.

Narażenie: Zakres, w którym osoba, która może ponieść szkodę, jest narażona na niebezpieczeństwo lub zakres wpływu tego niebezpieczeństwa na osobę.

Ryzyko: Prawdopodobna częstość występowania zagrożenia powodującego szkody oraz zakres tych szkód.

Poziom ryzyka można obniżyć poprzez:

- dobór alternatywnych surowców, które spełniają ten sam cel, lecz znacznie ograniczają poziom ryzyka podczas przetwarzania;
- zastosowanie środków kontroli, które ograniczają poziom narażenia, np. korzystanie z dygestoriów podczas prac rozwojowych.

Nie należy jednak skupiać się wyłącznie na zagrożeniach powodowanych przez daną substancję, ponieważ takie czynniki jak sam proces oraz osoby wykorzystujące substancję często sugerują środki kontroli wymagane do minimalizacji ryzyka.

W wielu przypadkach wystarczy wykonać prostą ocenę ryzyka, lecz czasami należy jednak wykonać bardziej szczegółowe badania.

5.2. Zagrożenia fizyczne

Rozporządzenie CLP (WE) 1272/2008 określa 16 klas zagrożeń fizycznych: Materiały wybuchowe, Gazy łatwopalne (łącznie z gazami niestabilnymi chemicznie), Aerosole, Gazy utleniające, Gazy pod ciśnieniem, Substancje ciekłe łatwopalne, Substancje stałe łatwopalne, Substancje i mieszaniny samoreaktywne, Substancje ciekłe piroforyczne, Substancje stałe piroforyczne, Substancje i mieszaniny samonagrzewające się, Substancje i mieszaniny, które w kontakcie z wodą wydzielają gazy łatwopalne, Substancje ciekłe utleniające, Substancje stałe utleniające, Nadtlenki organiczne oraz Substancje powodujące korozję metali (definicje wszystkich klas zagrożeń podane są w § 11.1.1). Oceny ryzyka powinny obejmować analizę wszystkich kategorii dla każdego składnika jakiejkolwiek proponowanej nowej formułacji.

Ponieważ znaczna liczba składników wykorzystywanych w formułacjach aerozoli to gazy łatwopalne lub substancje ciekłe łatwopalne, należy w szczególności, we wczesnej fazie procesu rozwoju produktu, wziąć pod uwagę potencjalną łatwopalność składników, półproduktów, koncentratów oraz gotowych aerozoli.

Głównym źródłem danych na temat zagrożeń są karty charakterystyki substancji niebezpiecznej (MSDS) opracowywane przez dostawców. Metodą alternatywną jest wykonanie oceny ryzyka na bazie historycznych danych dotyczących składu produktu w podobnych systemach, która umożliwi określenie produktów, których łatwopalność może powodować problemy. Przykładowo pomimo tego, że sprężone gazy są zwykle niepalne, stopień zmieszania jest zwykle niski, co powoduje, że produkty na bazie alkoholu napędzane dwutlenkiem węgla mogą obejmować około 95% materiałów łatwopalnych. Poprzez rozważny dobór surowców chemicznych, rodzaju gazu pędnego oraz stosunku formuła/gaz pędny osoba tworząca formułę wyrobu może mieć wpływ na poziom ryzyka związanego z łatwopalnością podczas produkcji. Powoduje to konieczność wykonania dokładnej oceny zagrożeń związanych z łatwopalnością substancji oraz ryzyka związanego z produktem w procesie jego rozwoju.

W przypadkach, gdy wymagane jest przenoszenie substancji w formie proszku, należy zwrócić uwagę na możliwość akumulacji elektryczności statycznej w wyniku tarcia oraz zapewnić odpowiednie środki zapobiegające wybuchowi pyłu!

W przypadkach, gdy wykonywane są prace przy użyciu proszków należy zapewnić odpowiedni system odprowadzania pyłu. Należy wtedy uziemić wszystkie elementy przewodzące w filtrach pyłu, przewodzące elementy mocujące tkaninę filtracyjną, zaciski, paski itd.

5.2.1. Praktyczna procedura pracy laboratorium

Jeśli ocena ryzyka wskaże na obecność jakiegokolwiek palnego surowca, należy sprawdzić obszar przygotowywania oraz wykorzystywane urządzenia procesowe, aby wyeliminować ryzyko zapłonu oparów. Prace z materiałami palnymi oraz ich przetwarzanie należy wykonywać w obszarach wydzielonych pożarowo. Należy zwrócić szczególną uwagę na materiały o bardzo niskiej temperaturze zapłonu. Wycieki oparów z pojemników używanych do przetwarzania muszą zostać zminimalizowane poprzez np. stosowanie zamykanych pojemników lub utrzymywanie niskiej temperatury podczas wykonywania czynności. Układ wentylacyjny/wyciągowy w pomieszczeniach przygotowawczych musi zostać zaprojektowany w sposób zapobiegający nagromadzeniu palnych mieszanin w atmosferze. Należy zachować odpowiednią ostrożność w zakresie przechowywania podczas przetwarzania jakichkolwiek palnych składników i formuł wyrobów gotowych i/lub aerozoli.

Należy pamiętać, że materiały palne mogą ulec zapłonowi spowodowanemu przez wyładowania elektrostatyczne z powierzchni i nieuziemionych urządzeń, a także z ubrań (w szczególności jedwabnych lub nylonowych) personelu. Wszelkie urządzenia muszą być uziemione, w szczególności podczas pracy z cieczami o bardzo niskich temperaturach zapłonu. Także obuwie i wykładziny podłogowe muszą być wykonane z materiałów o odpowiedniej przewodności, aby uniknąć nagromadzenia ładunków elektrostatycznych.

Przed rozpoczęciem procesu przygotowywania formułacji należy zapewnić odpowiedni sprzęt przeciwpożarowy oraz przeszkolić personel w zakresie jego obsługi.

5.3. Zagrożenia dla zdrowia i środowiska

Rozporządzenie CLP (WE) 1272/2008 określa 10 klas zagrożeń dla zdrowia oraz 2 klasy zagrożeń dla środowiska: Toksyczność ostra, Działanie żrące/drażniące na skórę, Poważne uszkodzenie oczu/działanie drażniące na oczy, Działanie uczulające na drogi oddechowe lub skórę, Działanie mutagenne na komórki rozrodcze, Rakotwórczość, Działanie szkodliwe na rozrodczość, Działanie toksyczne na narządy docelowe – jednorazowe narażenie, Działanie toksyczne na narządy docelowe – powtarzane narażenie, Zagrożenie spowodowane aspiracją, Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego oraz Stwarzające zagrożenie dla warstwy ozonowej. Te klasy zagrożeń dzielą się na różne kategorie, które pokazują sposób działania lub różne stopnie zagrożeń (więcej informacji na ten temat znajduje się w § 11.1.2.).

Gazy pędne aerozoli, rozpuszczalniki oraz materiały pyłące w formułacji, np. krzemionka, sole aluminium, barwniki, należy traktować jako materiały potencjalnie niebezpieczne. Dlatego przed przygotowaniem nowej formułacji należy wykonać ocenę toksykologiczną składników, aby podjąć odpowiednie czynności medyczne w czasie potencjalnego wypadku. Wyniki oceny należy także wykorzystać do przygotowania odpowiednich środków ochrony osobistej (PPE) oraz procedur roboczych wdrażanych przez pracowników. Każda ocena (formalna lub nieformalna) powinna zostać udokumentowana. W zależności od obowiązujących przepisów lokalnych może wystąpić konieczność przechowywania danych dotyczących narażenia na działanie materiałów toksycznych przez okres dłuższy niż 30 lat od daty pomiaru.

Wszystkie składniki należy poddawać ocenie ryzyka chemicznego przed ich użyciem, podczas której należy wziąć pod uwagę średnie ważone w czasie poziomy narażenia krótko- i długotrwałego. Zgodnie z taką oceną należy stosować odpowiednie metody pracy zapobiegające narażeniu na ryzyko związane z połknięciem, wdychaniem lub wchłonięciem przez skórę danej substancji.

5.3.1. Praktyczna procedura pracy w laboratorium

5.3.1.1. Wdychanie

W przypadku wykrycia zagrożenia związanego z wdychaniem substancji należy zapewnić środki ochrony zapobiegające nagromadzeniu niebezpiecznych substancji w atmosferze laboratorium. Stężenia wszelkich materiałów w atmosferze należy zawsze utrzymywać na jak najniższym poziomie oraz nie przekraczać wymaganej wartości narażenia zawodowego (OEL).

Minimalizacja wycieków oparów z produktów, tzn. stosowanie odpowiednio zamykanych pojemników lub utrzymywanie niskich temperatur podczas produkcji, może zapobiec nagromadzeniu niebezpiecznych oparów w atmosferze. Należy zapewnić odpowiedni układ wentylacyjny/wyciągowy w każdym przypadku, gdy możliwy jest niedopuszczalny wyciek oparów, aby utrzymywać ich poziom znacznie poniżej poziomu OEL.

Podczas pracy z mieszaninami zawierającymi więcej niż jeden niebezpieczny materiał należy odpowiednio zaprojektować wentylację, aby zapewnić przepływ powietrza utrzymujący poziomy wszystkich materiałów poniżej określonych wartości OEL.

Ważne jest, aby zapewnić, że jakiegokolwiek opary są usuwane z dala od pracowników, a nie w ich kierunku. Jeżeli w obszarze roboczym znajdują się inne osoby, to również one nie mogą być narażone na działanie emitowanych oparów na niebezpiecznym poziomie, który może wystąpić w obiegu powietrza przenoszącym opary z dala od pracownika, lecz w kierunku tych osób.

Należy także wziąć pod uwagę ilość produktu produkowanego przy użyciu niebezpiecznych materiałów, np. minimalizacja wielkości partii ograniczy ryzyko nadmiernego narażenia na działanie substancji.

W każdej sytuacji, gdy prawdopodobne jest przekroczenie poziomu OEL, program prac należy odpowiednio dostosować, aby uniknąć tego przekroczenia (np. poprzez zastosowanie bezpieczniejszych składników). Jeśli jednak nie jest to możliwe i nadal występuje możliwość przekroczenia OEL, należy stosować odpowiednie i sprawne aparaty oddechowe.

W przypadku stosowania materiałów w proszku do produkcji należy zapewnić odpowiednie środki ochrony przed wdychaniem cząstek pyłu. Podczas pracy z takimi materiałami należy zapobiegać unoszeniu się proszków w powietrzu, a także powiadomić inne osoby przebywające w przestrzeni roboczej o potencjalnym problemie, aby mogły one podjąć odpowiednie środki ochrony.

5.3.1.2. Po naniesieniu na skórę lub kontakcie ze skórą

W ramach oceny ryzyka chemicznego należy sprawdzić dane materiałów pod kątem zagrożeń powodowanych przez naniesienie ich na skórę. Jeśli istnieje tego typu zagrożenie, należy podjąć środki zapobiegające kontaktowi ze skórą, tzn. stosować odpowiednią odzież, rękawice itd. Należy także określić poprawną metodę udzielania pomocy w razie wypadku oraz udostępnić miejsca, w których takiej pomocy można udzielić.

5.3.1.3. Połknięcie

Należy podjąć działania zabezpieczające przed przypadkowym przeniesieniem surowców:

- na miejsca, gdzie spożywane jest jedzenie lub napoje;
- do ust pracownika poprzez ręce lub odzież skażoną podczas pracy lub po jej zakończeniu.

Gazy pędne

Istnieje wiele przepisów regulujących magazynowanie, transport bliski oraz bezpieczne użycie gazów pędnych, w szczególności węglowodorów i eteru dimetylowego. Celem niniejszego Rozdziału nie jest cytowanie pełnej treści tych przepisów, które czasami różnią się od siebie w różnych krajach, co sprawia, że dany użytkownik ponosi odpowiedzialność za ich przestrzeganie. Każdy użytkownik oczywiście jest zobowiązany do zapoznania się z nimi oraz ich przestrzegania.

W niniejszym Rozdziale podane zostały praktyczne informacje na temat postępowania z gazami pędnymi w laboratorium oraz opis obowiązujących dobrych praktyk.

Najlepszym źródłem informacji na temat postępowania z danym gazem pędnym (oprócz powyższych przepisów) jest zawsze ich dostawca.

6.1. Magazynowanie i obsługa

6.1.1. Informacje ogólne

Laboratorium musi przez cały czas być utrzymywane w czystości i porządku i nie można dopuścić do tego, aby stało się ono ogólnym magazynem gazów pędnych. W laboratorium może znajdować się tylko minimalna ilość gazu pędnego potrzebna do wykonania bieżącej pracy. Główny magazyn musi znajdować się w bezpiecznym miejscu, z dala od jakichkolwiek szybów i ścieków. Miejsce to musi być odpowiednio zabudowane, zabezpieczone przed dostępem nieupoważnionych osób oraz chronione przed skutkami aktów wandalizmu. Obszar ten musi być wyposażony w odpowiednią wentylację oraz zabezpieczony przed działaniem źródeł ciepła oraz wycieków łatwopalnych rozpuszczalników lub paliw. Podczas magazynowania należy oddzielić od siebie łatwopalne, niepalne i sprężone gazy pędne, zarówno w pełnych jak i „pustych” pojemnikach, zgodnie z przepisami lokalnymi. Każdy gaz pędny musi być oznakowany w sposób ułatwiający identyfikację i zapewniający jego bezpieczne użycie. Magazyn może także podlegać przepisom dyrektywy ATEX 1999/92/WE

(w zależności od magazynowanych ilości, stopnia ryzyka i podjętych środków), co powoduje, że należy zapewnić jego ochronę zgodnie z przepisami tej dyrektywy.

6.1.2. Opakowania gazów pędnych

Gazy pędne stosowane w laboratoriach są zwykle przechowywane w butlach lub konwencjonalnych pojemnikach aerozolowych. Ponieważ butle gazowe są traktowane jako zbiorniki ciśnieniowe, należy postępować z nimi w odpowiedni sposób.

- Należy zabezpieczyć je przed upadkiem i postępować z nimi z odpowiednią ostrożnością.
- Nie wolno nigdy toczyć ich po podłożu, ponieważ może to skutkować uszkodzeniem spowodowanym przez kamienie lub ostre przedmioty.
- Przed przeniesieniem butli należy zdjąć z niej regulator oraz zamontować element zabezpieczający zawór (jeśli butla jest w niego wyposażona). Do transportu takich butli zaleca się stosować wózki przeznaczone specjalnie do tego celu.
- W pozycji eksploatacyjnej lub magazynowej butle muszą być odpowiednio zabezpieczone łańcuchami.
- Nie należy magazynować butli w pozycji poziomej.

Napełnianie butli z dużych pojemników, np. zbiorczych źródeł produkcyjnych lub zbiorników magazynowych, jest zabronione. Butli nie należy także używać jako pojemników do przygotowywania mieszanin gazów pędnych.

Przy przepelnieniu butli nawet nieznaczny wzrost temperatury może spowodować, że zostanie ona wypełniona cieczą. Dalszy wzrost temperatury powoduje wytworzenie ciśnienia hydraulicznego z dużą prędkością, co może skutkować odkształceniem lub gwałtownym pęknięciem pojemnika. Kiedy butla jest w powyższym stanie, wzrost temperatury o 1 stopień powoduje wzrost ciśnienia o dodatkowe 3 bar! Z tego samego powodu butle ze skroplonym gazem pędym nie mogą być łączone za pomocą kolektora, jeśli nie zostaną wyposażone w zawory zwrotne. Gdy wymagane jest zastosowanie niestandardowych mieszanin gazów pędnych, mieszaniny te należy tworzyć poprzez wielokrotny wtrysk każdego składnika gazu osobno, używając wyłącznie urządzeń przeznaczonych do tego celu. Działanie to należy rozpocząć od gazu pędnego o najniższym ciśnieniu wewnętrznym oraz przechodzić





kolejno do gazów o wyższym ciśnieniu, aby zminimalizować prawdopodobieństwo wymywania zwrotnego do pojemnika zasilającego.

W niektórych przypadkach wymagane jest dalsze zwiększenie ciśnienia w zbiorniku poprzez dodanie do niego sprężonego gazu. W żadnym przypadku wytworzone ciśnienie nie może przekroczyć maksymalnego bezpiecznego poziomu ciśnienia roboczego pojemnika. Przed podjęciem takiego działania należy zawsze zapoznać się z dokumentacją dostawcy. Gdy w butli panuje nadciśnienie, należy zamontować zawór bezpieczeństwa na linii dopływu gazu, aby zabezpieczyć pojemnik na wypadek awarii regulatora ciśnienia. Parametry tego zaworu muszą zapewniać bezpieczne odprowadzenie pełnego przepływu gazu do atmosfery.

Podgrzewanie jakiegokolwiek pojemnika z zawartością pod ciśnieniem (w jakimkolwiek celu) musi być wykonywane przy zachowaniu maksymalnej ostrożności. Działanie to może odbywać się jedynie w kąpieli wodnej klasy przemysłowej. Każdy pojemnik aerozolowy obsługiwany w ten sposób musi zostać bezpiecznie zamocowany w drucianej klatce, która zapewni ochronę operatora w przypadku jego ewentualnej awarii.

Kąpiel wodna musi być wyposażona w termostat ochronny działający w przypadku awarii termostatu głównego. W żadnym przypadku nie należy stosować bezpośredniego ciepła wytwarzanego przez otwarty płomień, promieniowe grzejniki elektryczne lub parę świeżą. Nigdy nie można dopuścić do tego, aby ktokolwiek pochylał się nad kąpielą wodną w celu sprawdzenia szczelności pojemników. W przypadku wybuchu pojemnika w kąpieli wodnej (np. z powodu awarii w danej temperaturze lub uszkodzenia) siła tego wybuchu jest dość wysoka i może skutkować poważnym urazem spowodowanym przez uderzenie pojemnikiem i/lub rozprysk gorącej wody!

Nigdy nie używać gorącej wody wodociągowej w celu zwiększenia ciśnienia pojemnika aerozolowego (np. w celu szybszego ogrzania), ponieważ może to skutkować niekontrolowanym wzrostem ciśnienia i ewentualną awarią pojemnika. Jeśli przeniesienie gazu pędnego pomiędzy pojemnikami jest czynnością trudną do wykonania, zaleca się schłodzić pojemnik docelowy, aby ułatwić to przenoszenie.

Z pozoru pusta butla po gazie pędnym dla aerozolu wciąż jednak zawiera opary tego gazu i należy z nią postępować tak samo jak z pełnym pojemnikiem. Nigdy nie zostawiać otwartego zaworu, ponieważ może to spowodować wpływ powietrza do wnętrza, które może utworzyć mieszaninę wybuchową z łatwopalnym gazem.

Zawartość netto butli ze skroplonym gazem pędnym można ustalić tylko za pomocą wagi przepływowej. Odczyt na ciśnieniomierzu może być mylący. Dodatkowo wskazanie to zawsze pokazuje jedynie ciśnienie wewnętrzne, a nie poziom zawartości.

Puste opakowania aerozolowe należy utylizować przy zastosowaniu specjalnych środków opisanych w Rozdziale 10 Utylizacja.

6.1.3. Obsługa gazów pędnych

Wszelkie gazy pędne, które można wykorzystywać w laboratorium mają różne własności chemiczne i fizyczne, np. zdolność rozpuszczania lub prężność pary. Wszystkie urządzenia, przewody rurowe, a w szczególności uszczelki wykorzystywane do obsługi gazu pędnego, muszą być odporne na działanie wszelkich możliwych własności chemicznych gazu oraz wytrzymywać ciśnienie robocze odpowiadające własnościom fizycznym stosowanego gazu pędnego. W tym zakresie należy zwrócić uwagę na szczególnie agresywne działanie eteru dimetylowego (DME).

Wszystkie gazy pędne należy wykorzystywać z zachowaniem ostrożności, jedynie w pomieszczeniach wyposażonych w odpowiedni układ wentylacji, tj. dygestorium. Biorąc pod uwagę niskie temperatury zapłonu gazów należy podjąć odpowiednie środki ostrożności poprzez zastosowanie odzieży chroniącej przed rozpryskiem cieczy lub pary na skórę. Należy także stosować odpowiednią ochronę oczu, np. przed zamrożeniem tkanek lub płynów ocznych. Długotrwałe wystawienie skóry na działanie cieczy może skutkować różnymi dolegliwościami.

Unikać tworzenia tymczasowych przewodów rurowych do obsługi gazów pędnych. Elastyczne przewody rurowe należy regularnie kontrolować pod kątem uszkodzeń powodowanych przez ścieranie. Przewody rurowe z tworzywa sztucznego muszą być w oplocie oraz odpowiednio wzmocnione, a także należy sprawdzić ich zgodność chemiczną z danym gazem pędnym. Przed rozpoczęciem obsługi chemicznej urządzeń napełniających cały układ musi zostać odpowietrzony w bezpieczny i kontrolowany sposób, a także oczyszczony gazem obojętnym, np. azotem.

W przypadku stosowania przewodów rurowych z tworzywa sztucznego (nieprzewodzących) należy zapewnić ciągłość uziemienia. W praktyce bardzo trudno jest uniknąć nagromadzenia elektryczności statycznej na przewodach rurowych z tworzywa sztucznego (nieprzewodzących) podczas obsługi gazów pędnych (lub np. w przypadku nieszczelności). Dlatego przed uruchomieniem systemu musi on zostać dokładnie sprawdzony przez eksperta w dziedzinie elektryczności statycznej. Dodatkowo, zawsze, gdy jest to możliwe, złącza wykonane z tworzywa sztucznego należy wymienić na elementy przewodzące.

W laboratoriach zajmujących się różnymi gazami pędnymi należy zamontować odpowiedni system wentylacyjny umożliwiający bezpieczne odprowadzenie gazu do zewnętrznej lokalizacji o dobrej wentylacji. Określenie odpowiedni oznacza także, że układ wylotowy nie może nigdy stanowić źródła zapłonu odprowadzanych gazów (musi być zaprojektowany zgodnie z wytycznymi dyrektywy ATEX 2014/34/UE2).

² Wytyczne dostępne na stronie: http://ec.europa.eu/growth/sectors/mechanical-engineering/atex/index_en.htm

Aby ograniczyć straty gazów pędnych podczas ich częstej wymiany, należy zminimalizować wielkość instalacji rurowej. Dobrym rozwiązaniem jest stosowanie samouszczelniających szybkozłączek przewodów elastycznych.

Pod koniec każdej czynności należy odciąć dopływ gazu pędnego za pomocą zaworu butli oraz zaworów odcinających bezpieczeństwa pompy.

6.2. Systemy gazów pędnych

Do celów niniejszego dokumentu można pogrupować stosowane aerozolowe gazy pędne na następujące kategorie:

- niepalne skroplone gazy pędne, np.
fluorowęglowodór HFC-134a (1,1,1,2-tetrafluoroetan, HFA-134a)
hydrofluoroolefina HFO-1234ze (1,3,3,3-tetrafluoropropen);
- łatwopalne skroplone gazy pędne, np.
węglowodory (propan, butan, izobutan)
eter dimetylowy (DME);
fluorowęglowodór HFC-152a (1,1-difluoroetan, HFA-152a);
- sprężone gazy rozpuszczalne i nierozpuszczalne, np.
powietrze, azot (N₂), dwutlenek węgla (CO₂), tlenek azotu (N₂O).

Stężenia atmosferyczne należy utrzymywać na minimalnym poziomie tak, aby nigdy nie przekroczyły zalecanej wartości OEL (gdzie jest to wymagane).

Należy unikać wdychania gazów lub oparów o bardzo wysokim stężeniu nawet przez bardzo krótki czas, ponieważ może to skutkować utratą przytomności lub nawet śmiercią. Nie dotyczy to wyłącznie łatwopalnych gazów pędnych, lecz także np. azotu, który czasami jest traktowany jako gaz „całkowicie bezpieczny”, lecz w nieodpowiednich okolicznościach może on być nawet przyczyną śmierci! Osobom wykazującym objawy wdychania oparów należy zapewnić dopływ świeżego powietrza (otwarta przestrzeń) i odpoczynek. Należy także skontaktować się z lekarzem.

6.2.1. Niepalne skroplone gazy pędne

Biorąc pod uwagę wyniki obszernych badań prowadzonych w celu określenia alternatywnych fluorowęglowodorowych gazów pędnych, zamiast niepalnych chlorofluorowęglowodorowych (CFC) gazów pędnych, które były używane przed 1989 rokiem, zaczęto stosować fluorowęglowodór HFC-134a. Obecnie wytworzono gaz HFO-1234ze, którym zastąpiono HFC-134a.

Te dwa gazy pędne są na tyle unikalne, że są one jedynymi dozwolonymi skroplonymi gazami pędnymi, które są niepalne. Jednakże temperatura spalania HFO-1234ze przekracza 28°C, co oznacza, że bardzo ważne jest, aby pamiętać, że w wyjątkowych okolicznościach, np. temperaturze powyżej 400°C, gazy te mogą przyczyniać się do powstania ognia oraz, podobnie jako HFC-152a kwas fluorowodorowy (HF) i fluorek karbonylu (COF₂), mogą zostać uwolnione podczas pożaru, a substancje te są bardzo korozyjne (HF) i toksyczne (COF₂), co oznacza, że „zaatakują” one urządzenia. Ważniejszy jest natomiast fakt, że HF i COF₂ zawarte w dymie są bardzo niebezpieczne dla osób znajdujących się w pobliżu tego pożaru. Skutki te można ograniczać stosując odpowiednie środki gaśnicze, podobne do tych stosowanych w przypadku węglowodorów.

HFC-134a ma niską temperaturę wrzenia i generuje wysokie ciśnienie, gdy stosowany jest jako jedyny gaz pędny (4,9 bar w 21°C; 13,2 bar w 50°C). Mieszanie z rozpuszczalnikami oraz innymi gazami pędnymi umożliwia odpowiednie obniżenie wartości prężności pary.

6.2.2. Łatwopalne gazy pędne

Ta grupa gazów pędnych obejmuje:

- mieszaniny węglowodorów alifatycznych (propan, butan, izobutan);
- eter dimetylowy (DME)
- HFC-152a.

Wszystkie te materiały tworzą łatwopalne mieszaniny w powietrzu, co sprawia, że należy restrykcyjnie stosować wszystkie procedury bezpieczeństwa opisane w Rozdziale 4 Projektowanie laboratorium i dobre praktyki laboratoryjne.



6.2.2.1. Węglowodorowe gazy pędne

Gazy pędne należące do tej głównej grupy wytwarzane są głównie z mieszanin propanu, n-butanu oraz izobutanu (izopentan jest także stosowany), aby zapewnić wartości prężności pary wymagane przez producenta wyrobu aerozolowego. Ponieważ węglowodory pochodzą ze źródeł naturalnych, zawierają niewielkie ilości innych węglowodorów lotnych, np. etanu, propylenu pentanu, a także niewielką ilość (maks. 2%) węglowodorów nienasyconych. Dostawca może zapewnić mieszaniny o różnym ciśnieniu, w zależności od danego zastosowania.

6.2.2.2. Eter dimetylowy (DME)

DME jest dostarczany jako czysty związek chemiczny. Z powodu jego unikalnych właściwości, tj. wysokiej mieszalności z wodą oraz zdolności rozpuszczania, można recepturować wyroby aerozolowe, które są całkowicie niepalne podczas rozpylania. Należy jednak stosować te same restrykcyjne środki ostrożności podczas obchodzenia się z tym gazem pędnym.

Ma on niezwykle wysoką zdolność rozpuszczania, co może powodować uszkodzenie uszczelki i złączy wykonanych z elastomeru, co z kolei skutkuje powstawaniem nieszczelności. Dlatego własność tę należy wziąć pod uwagę podczas projektowania urządzeń, które mogą wejść w kontakt z tą substancją. Zawsze należy też konsultować się z dostawcami.

6.2.2.3. HFC-152a (difluoroetan)

HFC-152a jest także dostarczany jako czysty związek chemiczny. Wartość współczynnika ocieplenia globalnego (GWP) dla tego gazu wynosi 1243 i można nim zastępować gazy HFC-134a w niektórych zastosowaniach, które są zabronione przez rozporządzenie w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych (UE) 517/2014.

Fluorowęglowodór HFC-152a jest także stosowany w produktach (np. sprayach do włosów), które są produkowane w Europie specjalnie na rynek amerykański, aby zapewnić zgodność z amerykańskimi normami EPA4 lub CARB5 VOC6 w produktach konsumenckich.

6.2.2.4. Własności fizyczne łatwopalnych gazów pędnych

³ Źródło: Rozporządzenie w sprawie fluorowanych gazów cieplarnianych (UE) 517/2014, Załącznik I

⁴ U.S. EPA: U.S. Environmental Protection Agency [Agencja Ochrony Środowiska]

⁵ CARB: California Air Resources Board [Kalifornijska Rada ds. Zasobów Powietrza]

⁶ VOC: Lotne związki organiczne

W zakresie własności fizycznych różnych gazów pędnych należy odnieść się do karty *charakterystyk substancji niebezpiecznej* (MSDS) danego gazu, która jest udostępniana przez jego dostawcę.

6.2.2.5. Określone środki ostrożności w zakresie postępowania z łatwopalnymi gazami pędnymi

W żadnym przypadku w pomieszczeniu, w którym są przechowywane lub napełniane łatwopalne gazy pędne, nie mogą znajdować się żadne źródła zapłonu, np. zapałki, zapalniczki lub urządzenia elektroniczne tj. kalkulatory, telefony komórkowe i komunikatory, jeśli nie są

one certyfikowane jako przedmioty iskrobezpieczne. W tym wypadku warto wspomnieć, że minimalna energia zapłonu (MIE) łatwopalnych gazów wynosi znacznie poniżej 1 mJ, co sprawia, że zapłon łatwopalnych oparów może z łatwością być spowodowany przez bardzo wiele źródeł zapłonu.

Pomieszczenia przeznaczone do magazynowania wszystkich łatwopalnych gazów pędnych muszą być wyposażone w odpowiedni układ wentylacyjny, aby uniknąć nagromadzenia gazu na krytycznym poziomie. W miarę możliwości magazyn taki powinien znajdować się poza głównym budynkiem i mieć zapewnioną naturalną wentylację. Magazynowanie na poziomie piwnicy jest zabronione przez prawo, a rozwiązania takiego należy unikać w każdym przypadku z powodu możliwości nagromadzenia ciężkich oparów.

Wszystkie pomieszczenia, w których odbywa się napełnianie gazem muszą być wyposażone w odpowiednie układy wentylacji, których sprawność jest ciągle utrzymywana. W przypadku wycieku, podczas którego stężenie gazu pędnego przekracza 20% dolnej granicy wybuchowości (LEL) należy zwiększyć natężenie przepływu powietrza. Gdy poziom LEL jest wyższy (zwykle 40% LEL), zaleca się odciąć dopływ gazu. Środki te muszą być zgodne z analizą ryzyka dla pomieszczenia, w którym odbywa się napełnianie, oraz lokalnymi przepisami.

Wszystkie detektory gazu należy regularnie kalibrować, aby zapewnić ich ciągłą sprawność. Detektory muszą być tak zaprojektowane, aby inne materiały obecne na danym obszarze nie miały wpływu na ich czułość.



Wszystkie urządzenia elektryczne używane na obszarach magazynowania i napełniania muszą być całkowicie zabezpieczone przed zapaleniem od płomienia oraz być sklasyfikowane jako „Ex” zgodnie z dyrektywą ATEX 2014/34/UE (podział na strefy i klasyfikacja).

W określonych przypadkach należy używać narzędzi nieiskrzących, np. w pomieszczeniach, gdy możliwe jest wystąpienie atmosfery palnej. Istnieją dowody na to, że iskry generowane przez narzędzia mogą powodować zapłon czułych mieszanin łatwopalnych.

Nagromadzenie ładunków elektrostatycznych stanowi poważne zagrożenie w procesie napełniania pojemników łatwopalnymi gazami pędnymi. Wszystkie urządzenia muszą być odpowiednio uziemione. Uziemienie należy poddawać regularnej kontroli (np. przez certyfikowaną firmę zewnętrzną).

Odzież noszona przez personel musi być dobrana z myślą o minimalizacji tego typu zagrożeń.

Bardzo ważne z punktu widzenia elektryczności statycznej są buty i podłóża. Muszą być one wykonane z materiałów o odpowiedniej przewodności, aby uniknąć nagromadzenia ładunków elektrostatycznych. Ogólnie maksymalna rezystancja uziemień operator-podłóża o wartości $10^8 \Omega$ jest uważana za bezpieczną i uniemożliwiającą nagromadzenie elektryczności statycznej na niebezpiecznym poziomie.

6.2.2.6. Mieszaniny

Zawsze w procesie napełniania pojemników mieszaniną gazów łatwopalnych i niepalnych należy podjąć te same środki ostrożności co w przypadku gazów łatwopalnych.

6.2.3. Gazy sprężone i rozpuszczone

Wiele rodzajów sprężonych gazów jest stosowanych jako gazy pędne aerozoli. Najczęściej używane są gazy:

- nierozpuszczalne, np. powietrze, azot (N_2)
- rozpuszczalne, np. dwutlenek węgla (CO_2), tlenek azotu (N_2O).

Gazy te mogą być stosowane wyłącznie jako gazy pędne lub czynniki zwiększające ciśnienie.

Regulator ciśnienia zamontowany na dowolnej butli musi zostać odpowiednio dobrany do używanego gazu, a także należy poddawać go regularnym przeglądom i obsłudze technicznej zgodnej z instrukcją producenta.

Butle z gazem mogą być wyposażone w rurki zanurzeniowe lub nie. Należy odpowiednio dobrać typ butli do danego urządzenia napełniającego. Niezastosowanie się do powyższego może powodować, że urządzenie jest poddawane działaniu ciśnienia wyższego niż to, do którego obsługi zostało zaprojektowane. To z kolei może prowadzić do urazów ciała.

Przepełnione pojemniki aerozolowe lub pojemniki pod zbyt wysokim ciśnieniem należy traktować z zachowaniem ostrożności oraz utylizować zgodnie z Załącznikiem 5 Postępowanie z wadliwymi pojemnikami.

6.3. Zwiększenie objętości parujących gazów pędnych

Zmiana stanu skupienia gazu pędnego z formy skroplonej do gazowej następuje natychmiastowo i powoduje wzrost objętości o 250-350 razy (w zależności od rodzaju gazu pędnego). Wymieszanie z powietrzem do *dolnej granicy wybuchowości* (LEL) powoduje generację jeszcze większej chmury łatwopalnego gazu.

Ogólna zasada polega na tym, że uwolnienie 100 ml skroplonego gazu pędnego powoduje powstanie chmury łatwopalnego gazu o wielkości 1000-1500 litrów!

Rozdział 7

Napełnianie aerozoli



Biorąc pod uwagę różne aspekty produkcji wyrobów aerozolowych, etap napełniania pojemnika gazem powoduje jedno z większych zagrożeń dla personelu, ponieważ obejmuje on wykorzystanie układów pod ciśnieniem. Należy zwrócić więc szczególną uwagę na zapobieganie nieszczelnościom oraz regularną obsługę techniczną urządzeń.

Inny rodzaj zagrożenia wynika z możliwości rozerwania wadliwego lub przepełnionego pojemnika. Gazy pędne używane w wyrobach aerozolowych są z reguły łatwopalne, co skutkuje dodatkowymi zagrożeniami związanymi z pożarem i wybuchem.

Laboratoryjne techniki napełniania pojemników gazem, w szczególności częste ich przenoszenie wymagają, aby operator znajdował się w pobliżu możliwych zagrożeń.

Dlatego wszyscy pracownicy zaangażowani w napełnianie pojemników gazem muszą zachować maksymalną ostrożność oraz stosować odpowiednie środki ochronne. Podczas napełniania bardzo ważna jest ochrona oczu.

Palenie tytoniu jest bezwzględnie zabronione.

7.1. Wytrzymałość pojemnika

W laboratorium zajmującym się wyrobami aerozolowymi zwykle przechowywanych jest wiele pustych pojemników o różnej konstrukcji, wielkości, wytrzymałości oraz wykonanych z różnych materiałów. Pojemnik należy starannie dobrać do rodzaju użytej formuły.

Wytrzymałość pojemnika (ciśnienie próbne - odkształcenie i rozerwanie) musi być zawsze dobrana do jego zawartości. Magazynowane puste pojemniki muszą być oznakowane zgodnie z ich wartością znamionową ciśnienia.

Informacje na ten temat zawarte są w dyrektywie w sprawie dozowników aerozoli 75/324/EWG.

Należy zwracać szczególną uwagę na wytrzymałość pojemników szklanych. Patrz: pkt. 7.5.7 w niniejszym Rozdziale.

7.2. Kontrola ilości napełniania

Personel laboratorium musi kontrolować maksymalne poziomy napełnienia, aby uniknąć przepełnienia i rozerwania pojemników pod ciśnieniem hydraulicznym, przy wzroście temperatury. Maksymalne bezpieczne poziomy napełnienia różnych typów pojemników opisane są w dyrektywie w sprawie dozowników aerozoli 75/324/EWG.

Należy jednak pamiętać, że choć wymagania dotyczące maksymalnego poziomu napełniania są definiowane przy użyciu objętości, najłatwiej sprawdza się ich spełnienie za pomocą wagi przepływowej oraz przy użyciu danych na temat gęstości produktu (patrz norma FEA 605 Napełnione pojemniki aerozolowe - *Pomiar gęstości formuł aerozolowych*).

7.3. Napełnianie formułą i zagniatanie pojemnika

Napełnianie pojemników aerozolowych formułą w laboratorium powinno podlegać takim samym środkom ostrożności jak opisano w Rozdziale 5 Przetwarzanie składników (formulacja). W miarę potrzeb należy także podjąć poniższe środki:

- Przed napełnieniem należy sprawdzić puste pojemniki i zawory pod kątem defektów. Odrzucić niezgodne elementy.
- Po napełnieniu formułą zawory powinny zostać jak najszybciej zagniecione/zaciśnięte, aby uniknąć strat zawartości, zanieczyszczenia lub „przeniknięcia” pary wodnej lub tlenu. Niezagniecione/niezaciśnięte pojemniki stwarzają możliwość rozlania substancji.
- Wymiary zagniotu/zacisku należy sprawdzać często i regularnie, aby uniknąć odchyłki od wartości zadanej oraz wykryć potencjalne awarie urządzeń.

Wymiary zagniotu/zacisku muszą zawsze znajdować się w wymaganym zakresie tolerancji. W miarę potrzeb należy wykonywać regulacje zagniatarki, zgodnie z ustalonymi procedurami. Pojemniki o niezgodnych wymiarach zagniotu/zacisku należy jak najszybciej usunąć. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

7.4. Oczyszczanie pojemnika

Oczyszczanie polega na usuwaniu powietrza z obszaru nad pojemnikiem przed zamocowaniem zaworu. Służy to zachowaniu ciśnienia w pojemniku w bezpiecznych granicach oraz z powodów technicznych zapewnieniu stabilności produktu oraz odpowiednich właściwości rozpylania.

Całkowite usunięcie powietrza z pojemnika nie jest konieczne i w niektórych przypadkach może przyczynić się do powstawania korozji, ponieważ niektóre systemy wykorzystują niewielką ilość powietrza jako stabilizator. Zwykle usuwa się około połowę ilości powietrza z pojemnika przed zagnieceniem/zaciśnięciem zaworu.

Podczas napełniania ciśnieniowego problem związany z nadmiarem uwięzionego powietrza występuje, gdy nie są dostępne żadne środki umożliwiające jego wyparcie. W tej metodzie formuła wypiera ilość powietrza równą jego objętości przed zagnieceniem/zaciśnięciem zaworu. Po zagnieceniu/zaciśnięciu pojemnik jest ciśnieniowo napełniany gazem pędnym przez zawór, co powoduje sprężenie pozostałego powietrza nad powierzchnią cieczy i zwiększa ciśnienie w pojemniku, nawet do niebezpiecznego poziomu.

Napełnienie przez przenoszenie (lub równowagowe) może okazać się trudne przy nadmiernej ilości powietrza. Osiągnięcie pełnej wartości napełnienia może odbywać się powoli lub być całkowicie niemożliwe, a okazjonalny przepływ wsteczny do linii/pojemnika może skutkować zanieczyszczeniem.

Należy pamiętać, że choć oczyszczanie jest zwykle procesem mającym dobry wpływ na ogólną jakość produkcji, w niektórych zastosowaniach obecność powietrza jest pożądana. Zależy to w pełni od rodzaju formuły, dlatego trudno tu podać jakiegokolwiek określone przykłady. Oczyszczanie gazem pędnym ma jednak pewne ograniczenia, np. jeśli formuła jest szczególnie zimna lub stanowi dobry rozpuszczalnik dla oczyszczającego gazu pędnego, parowanie będzie następować powoli, a proces nie będzie zbyt wydajny. Wybór oczyszczającego gazu pędnego zależy od formuły oraz opakowania i należy go dokonywać biorąc te czynniki pod uwagę. Należy unikać oczyszczania za pomocą łatwopalnych gazów pędnych. Jeśli jednak jest ono konieczne, należy zastosować środki ostrożności podane w § 7.5.3 *Napełnianie przez przenoszenie* poniżej.

W przypadku, gdy laboratorium wykonuje pracę dla danej jednostki produkcyjnej, należy w nim odtworzyć metodę stosowaną w tej jednostce.

7.5. Napełnianie gazem

W warunkach laboratoryjnych napełnianie pojemników gazem może odbywać się na kilka sposobów:

- za pomocą konwencjonalnych urządzeń do napełniania aerozoli (pkt. 7.5.2);
- metodą napełniania przez przenoszenie (pkt. 7.5.3);
- metodą napełniania na zimno (pkt. 7.5.5);
- metodą napełniania za pomocą biurety (pkt. 7.5.6).

7.5.1. Informacje ogólne

W trakcie napełniania pojemników gazem należy stosować środki ochrony oczu. Urządzenia muszą być także wyposażone w odpowiednie osłony. Należy wykonać ocenę ryzyka chemicznego oraz zapewnić i używać odpowiednie środki ochrony osobistej.

Napełnienie gazem musi odbywać się na obszarze oddzielnym od głównego obszaru laboratorium. Idealnym rozwiązaniem jest oddzielne specjalistyczne pomieszczenie przeznaczone do tego celu. Większość gazów pędnych aerozoli jest łatwopalnych, co oznacza, że obszar ten musi być ognioszczelny.

Opary wszystkich konwencjonalnych skroplonych gazów pędnych są cięższe od powietrza, o czym należy pamiętać podczas projektowania systemów wyciągowych dla obszaru, na którym odbywa się napełnianie gazem.

Główne cechy pomieszczenia do napełniania gazem omówione są w Załączniku 2.

7.5.2. Napełnianie ciśnieniowe

7.5.2.1. Wszystkie gazy pędne

Stanowczo zaleca się, aby automatyczne lub półautomatyczne urządzenia napełniające zostały wyposażone w główną obudowę z wentylacją mechaniczną.

Należy opracować procedurę dotyczącą pomieszczania do napełniania gazem, która jest w pełni zrozumiała dla całego personelu oraz obejmuje czynności rutynowe, a także działania podejmowane w nagłych przypadkach. Należy przeprowadzić ocenę ryzyka operacji napełniania gazem.



- Napełnianie aerozoli gazem nigdy nie może być wykonywane przez jedną osobę.
- Należy zawsze podjąć odpowiednie środki zapobiegania wyciekom gazu pędnego.
- Ponieważ urządzenia w laboratorium mogą być używane w sposób nieciągły, wymagana jest odpowiednia obsługa techniczna eliminująca wycieki gazów pędnych i powietrza, które mogą tworzyć się w okresie postoju.
- Jeśli urządzenie obsługuje kilka rodzajów gazów pędnych, należy oznaczyć na nim ostatnio stosowany gaz. Lepszym rozwiązaniem jest jednak prowadzenie odpowiednich zapisów w tym zakresie.
- Wszystkie uszczelki muszą być zgodne z rodzajem używanego gazu pędnego. Szczególną ostrożność należy zachować przy stosowaniu DME.
- Podczas wymiany gazu pędnego należy odciąć jego dopływ, w kontrolowany sposób usunąć jego pozostałości z urządzenia na zewnątrz, najlepiej poprzez układ wyciągowy. Można także przenieść go do odpowiednich pojemników i usunąć. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

7.5.2.2. Napełnienie gazem pędnym (problemy z łatwopalnością)

Większość aerozolowych gazów pędnych jest łatwopalnych, więc do procesu napełniania należy zbudować odpowiedni obiekt. Oprócz komentarzy podanych w pkt. 7.5.1 oraz pkt. 7.5.2.1 należy zwrócić szczególną uwagę na poniższe sprawy:

- Pomieszczenie do napełniania gazem musi być ognioodporne.
- Główne charakterystyki pomieszczenia do napełniania gazem opisane są w Załączniku 2 Wybrane cechy pomieszczenia do napełniania gazem
- Opary wszystkich konwencjonalnych skroplonych łatwopalnych gazów pędnych są cięższe od powietrza, o czym należy pamiętać podczas projektowania systemów wyciągowych.

- Osoby wchodzące na teren pomieszczenia do napełniania gazem nie mogą mieć przy sobie żadnych źródeł zapłonu, np. zegarków, telefonów komórkowych, odbiorników radiowych, kalkulatorów, pagerów, zapalek i zapalniczek.
- Aby ograniczyć generację elektryczności statycznej odzież powinna być wykonana z bawełny lub bawełny/poliestru, a nie z jedwabiu, nylonu lub innych włókien syntetycznych. Należy unikać materiałów syntetycznych, które topią się po wystawieniu na działanie płomienia.
- Z tego samego powodu należy odpowiednio dobrać materiał wykonania obuwia i podłogi, aby uniknąć iskrzenia. Należy stosować obuwie antystatyczne. Praca w laboratorium nie może być wykonywana przez jedną osobę. Niedoświadczone osoby muszą pracować pod odpowiednim nadzorem.
- Przed wejściem do pomieszczenia należy sprawdzić układ wentylacji i detekcji gazu pod kątem poprawnego działania.
- Przed wejściem należy także rozładować ładunki elektrostatyczne poprzez dotknięcie uziemionego elementu.
- Aktywacja detektorów gazu, awaria systemu wyciągowego lub urządzeń do wykrywania gazu powinna skutkować automatycznym zakończeniem napełniania oraz odłączeniem źródła gazu pędnego. W takim przypadku personel powinien opuścić pomieszczenie i postępować zgodnie z uzgodnioną procedurą awaryjną.

W przypadku braku zautomatyzowanych urządzeń należy wykonywać regularne kontrole w celu sprawdzenia sprawności urządzeń odprowadzających/wentylacyjnych i wykrywania gazu. Wtedy również, w przypadku wykrycia wysokiego poziomu gazu lub awarii urządzenia, operacja napełniania musi zostać natychmiast przerwana za pomocą manualnego odłączenia źródła gazu pędnego, a personel musi zostać ewakuowany zgodnie z uzgodnioną procedurą awaryjną.

- Procedura postępowania po ewakuacji powinna zostać określona i przekazana wszystkim pracownikom. Przed ponownym wejściem do pomieszczenia i rozpoczęciem pracy wykwalifikowana osoba powinna ustalić przyczynę wysokiego poziomu gazu lub awarii urządzenia.
- Gdy wyciekający gaz pędny ulegnie zapłonowi (np. nieszczelne złącze), nie należy podejmować próby gaszenia. W takim przypadku należy odciąć jego dopływ, jeśli działanie to jest bezpieczne.
- Przed wykonaniem obsługi technicznej wszystkie urządzenia i przewody do obsługi łatwopalnych gazów pędnych muszą zostać oczyszczone za pomocą niepalnego gazu, np. azotu. Odpowiednio przeszkolony personel powinien wykonywać regularny serwis/przeglądy wszystkich urządzeń. Częstotliwość wykonywania tych czynności zależy od potrzeb danego laboratorium, porad producentów, działu obsługi technicznej itd.

- Osoby odpowiedzialne za sprząatanie, obsługę techniczną itd. nie powinny mieć wolnego wstępu do pomieszczenia. Zasady te powinny zostać ustalone w systemie „pozwoleń na pracę” opisanym w Rozdziale 4 Projektowanie laboratorium i dobre praktyki laboratoryjne. Zaleca się zapewnić nadzór nad pracownikami laboratorium.

7.5.3. Napełnianie przez przenoszenie

Technika ta jest często stosowana, gdy obsługiwana jest niewielka liczba pojemników lub zastosowanie standardowych urządzeń do napełniania gazem jest niepraktyczne.

Ogólnie mówiąc, pojemnik aerozolowy jest w tej metodzie napełniany gazem poprzez przeniesienie gazu pędnego z innego pojemnika aerozolowego, który zawiera wyłącznie gaz pędny, używając do tego łącznika pomiędzy dwoma zaworami. Technika ta opiera się na różnicy ciśnień pomiędzy dwoma pojemnikami, która umożliwia przeniesienie gazu pędnego.

Procedury bezpieczeństwa muszą być tak samo restrykcyjne jak dla napełniania ciśnieniowego, a w szczególności należy stosować poniższe środki ostrożności w zakresie pojemników i napełniania przez przeniesienie:

- Każda operacja napełniania wykonywana w laboratorium musi być zabezpieczona przez odpowiednie urządzenia, np. odpowiedni system wentylacji, urządzenie elektryczne odpowiedniej klasy, detektory gazu itd.
- Specyfikacje ciśnieniowe pojemników do przenoszenia muszą odpowiadać prężności pary określonej dla danego gazu pędnego.

Biorąc pod uwagę wysoką zdolność rozpuszczania DME, należy odpowiednio dobrać podzespoły zaworów i materiał uszczelki pojemników.

DME może wchodzić w reakcje z materiałem pojemników aerozolowych PET.

- Pojemniki używane do przenoszenia gazu nie powinny być ponownie napełniane, ponieważ ich ciągłe wykorzystywanie po pewnym czasie spowoduje awarię zaworu oraz wyciek gazu pędnego, który może być źródłem zagrożenia.
- Pojemniki do przenoszenia gazu nie mogą być przepełnione. Jeśli ich zawartość zmieni stan na ciekły, mogą one ulec rozerwaniu przez ciśnienie hydrauliczne zwiększające się wraz ze wzrostem temperatury.
- Aby ułatwić przeniesienie gazu pędnego pojemnik docelowy może zostać schłodzony.
- Na pojemnikach używanych do przenoszenia, można stosować jedynie zawory specjalnie zaprojektowane do tego typu napełniania lub standardowe zawory z odpowiednimi łącznikami.
- Napełnione pojemniki używane do przenoszenia należy sprawdzić w kąpeli wodnej.
- Należy je także jednoznacznie oznaczyć. Patrz pkt. 7.7 *Badanie pojemników*.

- Podczas napełniania tego typu należy stosować środki ochrony oczu i rękawice. Przed wykonaniem jakichkolwiek czynności należy wykonać ocenę bezpieczeństwa. Napełnienie przez przenoszenie powinno odbywać się w takich samych warunkach jak standardowe napełnianie gazem.

7.5.4. Sprężone i rozpuszczalne gazy pędne

Sprężone pod wysokim ciśnieniem oraz rozpuszczalne gazy pędne wprowadza się do pojemników aerozolowych przy użyciu różnych metod napełniania. Przykłady: urządzenia napełniające „przez zawór”, „pod talerzykiem” lub automaty zgazowujące i wstrząsające.

Najczęstszym rozwiązaniem w laboratorium jest podłączenie butli napełnionej gazem pędnym z regulacją ciśnienia bezpośrednio do urządzenia. Należy podjąć odpowiednie środki zapobiegające odkształceniu lub pęknięciu pojemnika.

- Butle zawierające sprężone pod wysokim ciśnieniem oraz rozpuszczalne gazy pędne muszą być na stałe zabezpieczone przed przewróceniem. Do transportu butli należy wykorzystywać specjalne wózki.
- Ciśnienie regulowane musi być niższe od ciśnienia znamionowego pojemnika aerozolowego.
- W przypadku CO₂ oraz N₂O należy zapewnić, że tylko para jest pobierana z butli lub zbiornika. Nawet bardzo niewielka ilość cieczy może natychmiast spowodować pęknięcie pojemnika. Awaria parownika może także spowodować wpływ płynnego gazu pędnego do systemu.
- W przypadku zmiany sprężonego gazu (tlenek azotu/tlen) należy oczyścić przewody rurowe oraz urządzenia napełniające z resztek związków, które mogą wejść w reakcję z N₂O lub tlenem.
- Mieszaniny N₂O i łatwopalnych gazów pędnych są potencjalnie wybuchowe. Zaleca się stosowanie dwóch oddzielnych systemów podających. Czyszczenie należy wykonywać z zachowaniem szczególnej ostrożności.
- Sprężone i rozpuszczalne gazy pędne same w sobie nie są łatwopalne i nie wymagają obsługi w pomieszczeniach zabezpieczonych przed wybuchem. Jednak własności formuły oraz inne względy mogą powodować konieczność zamontowania urządzeń zabezpieczających przed wybuchem.
- System wentylacji wymagany jest do zapobiegania nagromadzeniu gazów pędnych w zamkniętych pomieszczeniach.

Ochrona zdrowia i zagrożenia:

- Azot to gaz bezwonny. Uwolnienie jego dużej ilości w pomieszczeniach bez wentylacji może stanowić zagrożenie dla zdrowia.
- Narażeniu na działanie dużej ilości CO₂ należy zapobiegać poprzez stosowanie systemów wentylacji. Należy także sprawdzić maksymalny dopuszczalny poziom stężenia w miejscu pracy (karta charakterystyki).
- Dwutlenek węgla może zostać uwięziony w formie płynnej w przewodach rurowych, co może nawet doprowadzić do zablokowania układu przez suchy lód. Nagłe uwolnienie może skutkować poważnymi urazami ciała personelu.

7.5.5. Napełnianie na zimno

Technika ta obejmuje schładzanie skroplonego gazu pędnego poniżej jego temperatury wrzenia, aby napełnić nim otwarte pojemniki przed nałożeniem na nie zaworów.

Ponieważ czynność ta może powodować wzrost oparów gazu pędnego w atmosferze, **NIE NALEŻY JEJ WYKONYWAĆ PRZY UŻYCIU ŁATWOPALNYCH GAZÓW PĘDNYCH**. Biorąc pod uwagę fakt, że większość gazów pędnych aerozoli jest łatwopalnych, technika ta jest uważana za przestarzałą i nie rekomenduje się jej stosowania. Nie można jej także stosować do obsługi sprężonych gazów pędnych.

7.5.6. Napełnianie za pomocą biurety



Napełnianie ciśnieniowe za pomocą biurety jest metodą szczególnie niebezpieczną i należy unikać jej stosowania.

Niezależnie od powyższego nie należy używać biuret szklanych bez świadectwa ciśnieniowego – pęknięte biurety należy usunąć z laboratorium. Należy stosować tylko biurety ze sprawnymi i regularnie kalibrowanymi regulatorami ciśnienia azotu. Biureta powinna być poprawnie zainstalowana i zabezpieczona. Podczas pracy z biuretami szklanymi należy zawsze stosować okulary ochronne.

7.5.7. Napełnianie pojemników aerozolowych szklanych/z tworzyw sztucznych

W pracach laboratoryjnych zastosowanie mają trzy rodzaje (niemetalowych) pojemników:

- Pojemniki do badania kompatybilności wyrobów aerozolowych są to pojemniki wielorazowego użytku, a w ich otworach można montować zawory 25,4 mm. Są one dostarczane z osłoną z tworzywa sztucznego, którą należy zawsze zakładać podczas obsługi.
- Konwencjonalne produkcyjne pojemniki szklane, powlekane tworzywem lub nie, z otworem do montowania zaworów 10/15/20 mm. są to pojemniki jednorazowe. Pojemniki powlekane tworzywem są rozwiązaniem preferowanym.
- Pojemniki aerozolowe z tworzywa sztucznego. W tym przypadku należy ocenić zgodność pomiędzy materiałem wykonania pojemnika a jego zawartością. Są to także pojemniki jednorazowe.



Wymagania w zakresie bezpiecznej obsługi:

- Wytrzymałość pojemnika musi być odpowiednia w odniesieniu do umieszczanej w nim formuły. Należy pamiętać, że pojemniki szklane łatwo ulegają uszkodzeniu, a nawet niewielkie otarcie w transporcie może na tyle osłabić pojemnik, że spowoduje jego defekt. Dlatego przed użyciem należy dokładnie sprawdzać takie pojemniki, szczególnie w okolicy szyjki. Pojemniki wielokrotnego użytku także należy dokładnie sprawdzać.
- Należy zwrócić uwagę na poziom napełnienia, ponieważ objętość wewnętrzna pojemników szklanych/z tworzyw sztucznych może wahać się w większym zakresie niż pojemników metalowych. Szczególnie w przypadku pojemników z tworzyw sztucznych i szklanych nie można dopuścić do zanieczyszczenia powierzchni szyjki, co może być przyczyną nieszczelności po wtłoczeniu gazu palnego.
- Podczas nakładania zaworu na pojemnik należy podjąć szczególne środki ostrożności:

(A) Konwencjonalne zagniatanie/zaciskanie zaworów na pojemnikach szklanych. Zacisk nie może być zbyt obcisły lub zbyt płytki. Może to spowodować osłabienie szyjki pojemnika.

(B) Zastosowanie dwuczęściowej złączki śrubowej oraz zespołu zaworu. Rozwiązanie to jest często stosowane do zamykania pojemników do jednorodnego mieszania wyrobów aerozolowych wielorazowego użytku oraz stanowi standardowe wyposażenie zestawów do wykonywania badań eksperymentalnych.

Złączka obejmuje kołnierz nylonowy lub metalowy osadzony na szyjce pojemnika oraz element ustalający (zawsze metalowy), który poprzez zawór wkręca się na kołnierz. Złączki te są wielorazowego użytku i występują w parach, więc ich obie części należy przechowywać razem, gdy nie są używane. Przed użyciem złączki należy sprawdzić pod kątem uszkodzenia gwintu. Należy sprawdzić, czy poprawna (zewnątrzna) uszczelka została umieszczona na zaworze oraz poprawnie wkręcić złączkę przed napełnieniem pojemnika gazem pędnym. Należy także odpowiednio dobrać uszczelkę wewnętrzną. Niektóre gazy pędne (DME) mogą wywierać niekorzystny wpływ na materiał uszczelki.

UWAGA: Zawartość należy utylizować przy zachowaniu ostrożności. Przed odkręceniem złązek należy całkowicie rozszczelnić szklane pojemniki wielorazowego użytku. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

- W warunkach laboratoryjnych gazy pędne są zwykle wtłaczane do pojemników metodą przenoszenia. Czynności te należy wykonywać po zastosowaniu odpowiedniej ochrony twarzy oraz przerwać napełnianie przy jakiegokolwiek oznace nieszczelności i ostrożnie opróżnić pojemnik. Jeśli nieszczelność powstanie na złączce śrubowej, nie należy jej dokręcać podczas napełniania, lecz opróżnić pojemnik i rozpocząć cały proces od nowa.
- Napełnionych pojemników szklanych lub z tworzyw sztucznych nie należy poddawać wstrząsom cieplnym lub mechanicznym, choć konieczne jest przeprowadzenie badania w kąpieli wodnej.

7.6. Przepelnione pojemniki

Przepelnione pojemniki powodują zagrożenie (patrz § 7.2 Kontrola ilości napełniania) oraz należy je jak najszybciej usunąć w sposób opisany w Rozdziale 10 Utylizacja, stosując wszelkie konieczne środki ostrożności.

7.7. Badanie pojemników

Wszystkie napełnione pojemniki należy poddawać badaniu w kąpieli wodnej za pomocą metody przynajmniej tak restrykcyjnej jak ta opisana w dyrektywie 75/324/EWG.

Próbki napełnionych pojemników należy sprawdzać pod kątem ciśnienia, masy i parametrów zagniotu/zacisku. Wszelkie próbki nie spełniające określonych norm należy usunąć stosując odpowiednie środki bezpieczeństwa. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

7.8. Magazynowanie i oznaczanie próbek

Napełnione pojemniki należy wyposażyć w kapturki ochronne zapobiegające przypadkowemu uwolnieniu ich zawartości.

Próbki przechowywane w laboratorium muszą być wyposażone w czytelne etykiety określające ich zawartość. Jeśli dany wyrób aerozolowy jest szczególnie niebezpieczny (toksyczność, działanie drażniące, łatwopalność), należy podać odpowiednią informację na etykiecie.

Próbki pobrane do użytku poza laboratorium muszą być oznakowane odpowiednimi ostrzeżeniami/uwagami zgodnie z dyrektywą w sprawie dozowników aerozoli 75/324/EWG lub rozporządzeniem CLP (WE) 1272/2008.

Przykłady:

- Skrajnie łatwopalny aerosol (+ piktogram w formie płomienia i słowo „Niebezpieczeństwo”)
- Pojemnik pod ciśnieniem: Może wybuchnąć po podgrzaniu.
- Przechowywać z dala od źródeł ciepła, gorących powierzchni, iskrzenia, otwartego ognia oraz innych źródeł zapłonu. Nie palić.
- Nie rozpylać nad otwartym ogniem lub innym źródłem zapłonu.
- Nie przekłuwać ani nie spalać, nawet po zużyciu.
- Chronić przed światłem słonecznym. Nie wystawiać na działanie temperatury przekraczającej 50°C.
- Przechowywać z dala od dzieci.

Taka etykieta powinna także zawierać nazwę i adres lub znak handlowy podmiotu odpowiedzialnego za napełnienie dozownika aerozolu.

Na pojemniku należy także umieścić kod identyfikujący partię produktu. Niektóre wyroby aerozolowe (np. substancje do czyszczenia pieców) mogą wymagać zastosowania niestandardowych etykiet podających środki ostrożności.

Rozdział 8

Magazynowanie wyrobów aerozolowych w laboratorium

Większość wyrobów aerozolowych znajdujących się w laboratoriach to próbki formuł i/lub specyfikacji opakowań. Mogą być one wykorzystywane w wielu różnych badaniach. Bardzo ważne są produkty przeznaczone do badania kompatybilności, w przypadku których istnieje znaczące ryzyko uszkodzenia pojemnika z powodu korozji.

W każdym przypadku jednak należy zapewnić, że pojemniki są magazynowane w sposób minimalizujący ryzyko związane z uwolnieniem łatwopalnych gazów.

8.1. Ogólne wytyczne dla wszystkich magazynowanych aerozoli

8.1.1. Liczba próbek przechowywanych w laboratorium

Liczba próbek wymaganych do przeprowadzenia badań zależy od wielu czynników, np. ilości dostępnego miejsca, rodzajów formuły, specyfikacji pojemnika itd. Chociaż, z powodów bezpieczeństwa, liczba ta powinna być jak najmniejsza, jednak musi być wystarczająca, aby zapewnić dokładne i powtarzalne wyniki badań.

8.1.2. Oznaczanie

Wszystkie próbki wyrobów aerozolowych przechowywane w laboratorium muszą być czytelnie i trwale oznaczone.

Oznaczenie takie musi określać jego zawartość oraz obejmować następujące informacje:

- łatwopalność zawartości;
- charakterystyki toksyczne składników;
- datę produkcji;
- kod odniesienia w celu uzyskania bardziej szczegółowych informacji.

8.1.3. Badanie w kąpeli wodnej

Wszystkie próbki wyrobów aerozolowych (przechowywanych w celu wykonania badań lub innych ocen) należy poddawać badaniu w kąpeli wodnej za pomocą metody przynajmniej tak restrykcyjnej jak ta opisana w dyrektywie 75/324/EWG.

Wszystkie nieszczelne lub wadliwe opakowania należy usunąć w bezpieczny sposób. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.



8.1.4. Pakowanie

Niezależnie od pozycji przechowywania (pionowej lub odwróconej) zaleca się, aby wszystkie magazynowane pojemniki były wyposażone w kapturki ochronne zapobiegające przypadkowemu uwolnieniu ich zawartości. Zaleca się pakować pojemniki w pudła kartonowe, ponieważ karton pochłania ewentualnie rozlaną zawartość. Materiał ten ułatwia także wykrycie nieszczelności.

8.2. Długoterminowe badania wyrobów aerozolowych

Program badań stabilności opracowywany jest w celu ustalenia przydatności opakowania (zawartości i pojemnika) do użycia w długim okresie i standardowych warunkach.

Ostatnio coraz częściej wyroby są napełniane w centralnym zakładzie w jednym kraju, a następnie transportowane do innych krajów w Europie i na całym świecie. W takich przypadkach należy wziąć pod uwagę możliwość wystąpienia korozji w klimatach cieplejszych (kraje śródziemnomorskie i tropikalne) i chłodniejszych (Skandynawia i niektóre kraje Europy Wschodniej).

Aby umożliwić szybsze uzyskanie wyników, coraz częściej stosowana jest praktyka przechowywania próbek w podwyższonych temperaturach (40°C lub nawet 45°C). Należy jednak stwierdzić, że takie „przyspieszone” badania mogą dawać mylące wyniki

(co zresztą zostało udowodnione). W związku z tym nie można polecić tej metody jako bezpiecznej alternatywy dla długoterminowego magazynowania w warunkach typowych dla danego rynku sprzedaży.

Wszystkie próbki przechowywane w tym celu należy poddawać regularnym kontrolom. Wszystkie pojemniki, których stan znacznie się pogorszył lub w których wystąpiły nieszczelności, powinny zostać natychmiast usunięte z przechowywania i po wykonaniu badań (OSTROŻNIE!). Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

8.2.1. Przechowywanie w temperaturze otoczenia

Wszystkie próbki należy przechowywać z dala od światła słonecznego oraz wszelkich źródeł bezpośredniego ciepła lub zapłonu. Zaleca się przechowywać je na cieczo odpornych tacach, na których produkt pozostanie, nawet w przypadku wycieku. Biorąc pod uwagę możliwość nagromadzenia łatwopalnych gazów w wyniku nieszczelności, obszar do przechowywania musi być ognioszczelny i wyposażony w odpowiednią wentylację.

8.2.2. Przechowywanie w podwyższonej temperaturze

Praktycznie wszystkie pomieszczenia lub szafy do przechowywania wyrobów w podwyższonej temperaturze zapewniają recyrkulację powietrza. łatwopalne opary powstające w wyniku nieszczelności mogą przepływać w pobliżu elementów grzewczych/oświetlenia itd. Dlatego zaleca się, aby wszystkie tego typu pomieszczenia były ognioodporne i wyposażone w system detekcji gazu.

Jeśli nie jest to możliwe, pomieszczenia te należy wyposażyć w płytę bezpieczeństwa oraz magnetycznie ryglowane drzwi zapewniające odpowietrzenie w przypadku wybuchu.

Urządzenia te należy zamontować w sposób nie tworzący zagrożenia dla pracowników. Nie zaleca się stosować rozwiązań, które nie są ognioodporne.

Po poprawnym ustawieniu temperatury należy odpowiednio zabezpieczyć urządzenia kontrolne, aby uniemożliwić przypadkową lub zamierzoną zmianę ustawień na niepoprawne.

Dalszym zabezpieczeniem jest wyposażenie wszystkich pieców w dodatkowy termostat ochronny lub bezpiecznik cieplny, który zadziała w przypadku awarii obwodu głównego. W widocznym miejscu należy zamontować termometr umożliwiający regularne monitorowanie temperatury.

Wszystkie próbki należy rozmieścić w sposób zapewniający obieg powietrza oraz uniemożliwiający powstawanie „gorących punktów”, które mogą powodować rozerwanie pojemników.

8.3. Utylizacja próbek

Po zakończeniu każdego programu badań należy usunąć pozostałe próbki z obszaru do przechowywania. Próbki te należy utylizować w bezpieczny sposób oraz zgodnie z informacjami podanymi w Rozdziale 10 Utylizacja. Należy także wykonywać regularne kontrole pomieszczeń/obszarów do przechowywania w celu utylizowania „starych” próbek.

Rozdział 9

Badanie napełnionych aerozoli

Badania aerozoli obejmują rutynowe badania istniejących wyrobów na zgodność z normami oraz prace rozwojowe. Chociaż zagrożenia dla istniejących wyrobów są znane, a wszelkie środki ostrożności zostały wprowadzone, należy zawsze zachowywać odpowiedni poziom ostrożności. W każdym przypadku należy stosować podstawowe dobre praktyki laboratoryjne.

9.1. Informacje ogólne

Przed wykonaniem jakichkolwiek badań wyroby aerozolowe muszą przejść przez odpowiednią kontrolę bezpieczeństwa.

Szczególną uwagę należy zwrócić na to, aby osoby zajmujące się wyrobami aerozolowymi tylko okazjonalnie, np. analitycy, stosowali te same metody próbkowania i utylizowania jak technolodzy.

Kiedy wykonywane są badania rozpyłu, należy zapewnić wentylację chroniącą personel przed narażeniem na działanie wyrobu. Wartość narażenia zawodowego określona dla danego materiału nigdy nie może zostać przekroczona, a wydajność zainstalowanych systemów wyciągowych/wentylacyjnych musi być odpowiednia do prowadzonych badań. Badania rozpyłu zawsze najlepiej wykonywać przy użyciu odpowiedniego dygestorium.

W laboratoriach zajmujących się kontrolą jakości, gdzie badania rozpyłu wykonywane są standardowo, należy rozważać użycie systemu ciągłego monitorowania stężenia zawartości aerozolu w atmosferze.

Po zakończeniu badań zbędne opakowania należy usunąć stosując metody opisane w Rozdziale 10 Utylizacja.

9.2. Określone badania

Szczegółowe informacje na temat sposobu prowadzenia badań znajdują się w normach FEA i/lub CEN.

9.2.1. Badanie rozpyłu

Podczas badań rozpyłu mających na celu określenie wielkości cząstek, prędkości uwalniania, pozostałości produktu oraz modelu rozpylania należy upewnić się, czy w pobliżu nie znajdują się żadne źródła zapłonu lub płomienie (badania łatwopalności zostaną omówione dalej).



Należy stale korzystać z systemu wentylacyjnego/wyciągowego. Zawsze należy unikać wdychania rozpylonej zawartości wyrobu.

Jeśli jest to możliwe, nie należy rozpylać zawartości wyrobu w atmosferze laboratorium oraz usuwać wszelkie pozostałości z powierzchni, szczególnie podłoga.

9.2.2. Badanie opakowania (próżnia, ciśnienie i zagniot)

Zwykle badania te nie są niebezpieczne, lecz należy zwrócić uwagę na obwodowe uwalnianie zawartości wyrobu wokół stemu zaworów podczas kontroli ciśnienia. (Tkanina umieszczona wokół stemu nie ma wpływu na wyniki badań, lecz ogranicza moc takiego uwolnienia produktu.) Nie zwiększać ciśnienia pojemników po badaniach próżniowych, ponieważ nawet częściowa utrata próżni może zwiększyć ciśnienie powyżej standardowej wielkości po napełnieniu. Przed kontrolą parametrów zagniotu/zacisku należy usunąć element aktywujący, aby uniknąć przypadkowej aktywacji zaworu.

9.2.3. Badanie palności

Badanie zapłonu w przestrzeni zamkniętej (test bębnowy) oraz badanie zapłonu na odległość wymagają użycia źródła zapłonu.

- Główne zagrożenia to pożar, niekontrolowany wybuch oraz możliwe toksyczne właściwości degradacji termicznej składników badanych produktów.
- Takie badania nie mogą być wykonywane przez jedną osobę, a także należy zapewnić odpowiednie środki gaśnicze oraz aparat oddechowy. Przed

rozpoczęciem takich badań należy powiadomić o nich osobę odpowiedzialną za bezpieczeństwo w zakładzie lub ochronę przeciwpożarową.

- Dokładnie przewietrzyć pomieszczenie pomiędzy poszczególnymi badaniami, a po zakończeniu całej serii badań usunąć pozostałości toksycznych materiałów. Podczas czyszczenia zapewnić odpowiednie środki ostrożności oraz sprzęt.
- Sprawdzić, czy w pobliżu nie znajdują się zbędne przedmioty mogące rozprzestrzenić ogień (szmatki, ręczniki papierowe, odzież). Badania należy tak zorganizować, aby nie stwarzały niebezpieczeństwa dla innych obszarów laboratorium.
- Zabezpieczyć pracowników przed poparzeniem. Bezpośredni kontakt z parującymi gazami pędnymi może powodować powstawanie pęcherzy od odmrożenia!
- Unikać przypadkowego włączenia systemu wykrywania pożaru podczas badań łatwopalności.
- Unikać nagromadzenia ładunku elektrostatycznego podczas badań poprzez zapewnienie odpowiednich uziemień.
- W pobliżu miejsca, gdzie prowadzone są badania, należy umieścić natrysk bezpieczeństwa oraz urządzenie do przepłukiwania oczu, co umożliwi szybkie podjęcie działań po wystawieniu na działanie płomieni lub uwalniającego się gazu pędnego.
- Należy zwracać uwagę na „nieoczekiwane” efekty, ponieważ badania należy także prowadzić w alternatywnych orientacjach, które mogą dawać wyniki inne od oczekiwanych.
- Jeśli wymagane jest przeprowadzenie badania zapłonu w przestrzeni zamkniętej (ESIT), należy zwrócić szczególną uwagę na środki ochrony osobistej. Należy stosować odzież chroniącą przed płomieniami wychodzącymi



z pojemnika, szczególnie przez otwór w jego tylnej części (tzw. przeskoczenie płomienia). Należy także chronić układ oddechowy przed ewentualnym uwolnieniem do powietrza dużej ilości materiałów powodujących podrażnienia. Najlepszym rozwiązaniem jest stanowisko do badań obsługiwane zdalnie.

9.2.4. Badania specjalistyczne

Ta kategoria badań obejmuje korozyjność, nagromadzenie ładunków elektrostatycznych, magazynowanie itd., a podczas każdego badania występują określone zagrożenia, inne niż zostały do tej pory opisane w niniejszym dokumencie. Przykładowo próby magazynowania mogą skutkować przebiciem pojemnika i niekontrolowanym wyciekiem gazu pędnego lub koncentratu. Powyższa sytuacja nie może skutkować nagromadzeniem oparów lub opryskaniem pracowników produktem. Badania elektrostatyczne mogą generować iskry powodujące zapłon oparów (szczegółowe informacje na temat środków bezpieczeństwa związanych z elektrycznością statyczną znajdują się w kodeksie CENELEC CLC/TR 50404:2003). W laboratoriach wykonywanych jest także wiele innych standardowych badań. W takich przypadkach należy dokładnie przeanalizować prawdopodobne zagrożenia oraz zapoznać się z treścią powiązanych norm, a także przepisów na temat wymaganych środków ochrony osobistej. Otwarte pojemniki mogą mieć ostre krawędzie (i być zanieczyszczone), więc do ich obsługi należy stosować odpowiednie rękawice. Otwartych pojemników nie należy zostawiać w miejscach, gdzie powodują one zagrożenie. Patrz Rozdział 10 Utylizacja.

9.2.5. Analiza produktu

Analiza produktu obejmuje usunięcie części lub całości jego zawartości i wykonanie badania elementów opakowania. Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z nieznanymi produktami. W takich przypadkach należy wziąć pod uwagę najbardziej prawdopodobne substancje chemiczne i gazy pędne wykorzystane w produkcie. Pracę zawsze należy wykonywać w pomieszczeniu wyposażonym w dygestoria oraz należy pamiętać, że nawet rozszczelnione opakowania mogą przez dłuższy czas emitować gazy i opary. Nie umieszczać usuniętych produktów w zamkniętych pojemnikach, ponieważ zazwyczaj powoduje to wzrost ciśnienia.

Rozdział 10

Utylizacja

Ważna uwaga

NALEŻY STOSOWAĆ SIĘ DO WSZYSTKICH OBOWIĄZUJĄCYCH PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH UTYLIZACJI ODPADÓW! ZNAJOMOŚĆ PRZEPISÓW LOKALNYCH JEST BARDZO WAŻNA!

PODMIOT GENERUJĄCY ODPADY JEST PRAWNIE ODPOWIEDZIALNY ZA POWIADOMIENIE FIRMY ZAJMUJĄCEJ SIĘ UTYLIZACJĄ O WSZYSTKICH ZNANYCH MU ZAGROŻENIACH. W TYM CELU WYMAGANA JEST OKREŚLONA DOKUMENTACJA REGULACYJNA.

Prawo wymaga, aby wszyscy dostawcy materiałów dołączali aktualne dane dotyczące BHP do swych produktów. Dane te zawierają także szczególne wymagania dotyczące utylizacji.

10.1. Informacje ogólne

Po zakończeniu różnorodnych czynności dotyczących aerozoli opisanych we wcześniejszych rozdziałach, w laboratorium zawsze pozostaną napełnione pojemniki pod ciśnieniem, które należy w bezpieczny sposób usunąć.

Należy także pamiętać o tym, że w przeciwieństwie do konsumenta, który wyrzuca jeden zużyty pojemnik, technik laboratoryjny musi zutylizować wiele niezgodnych pojemników, które czasami są wciąż napełnione lub ich zawartość jest pod wysokim ciśnieniem, a także są one skorodowane (i zawierają nieprzyjemne lub niebezpieczne produkty uboczne procesu korozji) lub zawierają toksyczne materiały. Dodatkową komplikacją jest duża ilość łatwopalnych i skrajnie łatwopalnych materiałów.

Europejskie przepisy BHP wymagają, aby kierownictwo firmy zapewniało bezpieczne miejsce pracy. Personel musi wykonywać pracę w bezpieczny sposób i niezagrożający bezpieczeństwu innych osób. Przepisy te także wymagają, aby każdy proces był poddawany ocenie w zakresie potencjalnych zagrożeń, łącznie z generowaniem i wstępnym postępowaniem z odpadami.

Istnieją także ustawowe przepisy dotyczące materiałów oraz ich ilości, które mogą być wprowadzane do kanalizacji. W tym zakresie należy uzyskać szczegółowe informacje od lokalnych organów odpowiedzialnych za gospodarkę wodną.

Każde laboratorium musi mieć wdrożone procedury zapewniające, że *niebezpieczne* pojemniki, produkty lub inne materiały nie trafiają do ogólnego systemu utylizacji strumienia odpadów.

Najlepszym i najbardziej bezpiecznym sposobem utylizacji wszelkich odpadów specjalnych generowanych przez laboratorium badające aerozole jest podpisanie umowy ze specjalistyczną firmą lub, co dotyczy laboratoriów przy zakładach produkcyjnych, współpraca z kierownictwem zakładu w celu włączenia tego typu odpadów do zakładowego systemu utylizacji. Odpady należy usuwać regularnie, aby uniknąć nagromadzenia potencjalnie niebezpiecznych substancji w laboratorium.

Na koniec należy pamiętać, że aerosol składa się z produktu i pojemnika. Należy to wziąć pod uwagę podczas projektowania systemu utylizacji odpadów.

10.2. Personel i zagrożenia

Właściwości każdego opakowania/wyrobu aerosolowego należy zbadać pod kątem zagrożeń związanych z jego utylizacją. Utylizacja powinna zostać włączona w ocenę ryzyka dotyczącą działalności każdego laboratorium. Wyniki tej oceny determinują dobór środków ochrony osobistej (PPE). Stosowanie tych środków jest obowiązkiem każdego pracownika. Jeśli dane okoliczności wymagają stosowania specjalnych środków, np. aparatu oddechowego, środki te muszą być w odpowiedni sposób stosowane i serwisowane.

Każda osoba zajmująca się utylizacją musi być tak przeszkolona, aby rozumiała i rozpoznawała zagrożenia, a także umiała sobie z nimi radzić. Najczęściej występujące zagrożenia obejmują utratę ciśnienia, uwolnienie toksycznych materiałów i środków odtłuszczających (rozpuszczalników), środków powierzchniowo czynnych, skrajnie łatwopalnych i/lub duszących oparów oraz dużej ilości piany. Dodatkowo otwarte

pojemniki mają bardzo ostre krawędzie, które mogą być przyczyną poważnego urazu.

Środki ochrony osobistej stosowane podczas pracy muszą być odporne na wszystkie utylizowane produkty. Przykładowo skórzane rękawice doskonale chroniące przed ostrymi krawędziami elementów metalowych i szklanych zwykle przepuszczają substancje chemiczne na ręce. Dodatkowo na rękawicach występują zwykle trudne do usunięcia szczątkowe zanieczyszczenia.

10.3. Utylizacja napełnionych pojemników

Zgodnie z powyższymi informacjami napełnione pojemniki nie mogą trafić do ogólnego systemu utylizacji odpadów komunalnych. Niewielkie liczby napełnionych pojemników należy rozszczelnić oraz opróżnić przed ich usunięciem (patrz kolejne punkty oraz Załącznik 5 Postępowanie z wadliwymi pojemnikami).

Kontrola utylizacji kilkudziesięciu pojemników jest jednak znacznie trudniejsza. W takiej sytuacji należy skontaktować się ze specjalistyczną firmą lub, w przypadku laboratoriów zakładowych, z kierownictwem zakładu w celu zorganizowania utylizacji napełnionych pojemników. Działanie to należy wykonywać regularnie, aby zapobiec nagromadzeniu dużej liczby napełnionych pojemników.

10.4. Wadliwe pojemniki

Napełnione pojemniki stanowiące potencjalne zagrożenie z powodu nadmiernego ciśnienia, przepełnienia oraz nieszczelności należy natychmiast doprowadzić do bezpiecznego stanu/rozszczelnić oraz wyłączyć ze standardowej procedury utylizacji. Szczególną ostrożność należy zachować w przypadku nadmiernego ciśnienia lub przepełnienia pojemnika. Przed bezpiecznym usunięciem należy maksymalnie ograniczać ruch pojemników oraz chronić je przed uszkodzeniem fizycznym oraz wysoką temperaturą. Podczas pracy z takimi pojemnikami należy w szczególności stosować środki ochrony twarzy oraz rąk. Warto także wykorzystać klatki z siatki drucianej lub podobne urządzenia ograniczające ryzyko urazu w przypadku rozerwania pojemnika.

W takich przypadkach można stosować ograniczone środki „pierwszej pomocy” polegające na aktywacji zaworu w celu obniżenia poziomu napełnienia, lecz spowoduje to jedynie obniżenie ciśnienia w pojemnikach ze sprężonym gazem lub obniżenie ciśnienia hydrostatycznego generowanego, gdy pojemnik jest całkowicie napełniony cieczą. Tego typu czynności należy wykonywać zdalnie, a podczas nich operator NIGDY nie powinien trzymać pojemnika w dłoni (patrz Załącznik 5 Postępowanie z wadliwymi pojemnikami).

Schłodzenie pojemnika (bez zbyt gwałtownej zmiany temperatury) może także obniżyć nadmierne ciśnienie, lecz skuteczność tej metody jest raczej ograniczona w przypadku sprężonych gazów. Po zneutralizowaniu bezpośredniego zagrożenia należy rozszczelnić pojemnik oraz zutylizować wraz z zawartością w sposób opisany w kolejnych punktach.

10.5. Rozszczelnienie

Przebijanie napełnionych pojemników aerozolowych jest czynnością niezwykle niebezpieczną i należy jej zawsze unikać, jeśli jest to możliwe.

W pojemnikach aerozolowych można zwykle obniżyć ciśnienie poprzez całkowite odprowadzenie ich zawartości przez zawór.

Sposób ten nie powoduje szybkiego spadku ciśnienia, lecz zajmuje on dużo czasu oraz powoduje problemy związane z kontrolą i zapobieganiem rozprzestrzenienia się dużej ilości rozpylonej substancji. Metodę tę należy jednak stosować, gdy niekontrolowane uwolnienie substancji stwarza zbyt duże zagrożenie lub gdy stosowane są pojemniki szklane.

W miarę potrzeb pojemniki można opróżniać poprzez ich kontrolowane przebicie. Jest to szybka metoda, ale powoduje nagłe obniżenie ciśnienia. W przypadku większości produktów istnieje jednak możliwość minimalizacji zagrożenia poprzez wstępne schłodzenie pojemnika w celu obniżenia ciśnienia wewnętrznego (Zalecane metody przebijania pojemników opisane są w Załączniku 6 Przebicie pojemnika aerozolowego oraz 7 Bezpieczna utylizacja resztek formuły)

Produkty należy usuwać z pojemników w bezpieczny i kontrolowany sposób! Operator musi być odpowiednio chroniony przed działaniem usuwanych produktów oraz zagrożeniami związanymi z ich usuwaniem (pożar, wybuch)!

Dlatego wszelkie czynności obejmujące łatwopalne lub skrajnie łatwopalne ciecze lub opary muszą być wykonywane po zapewnieniu całkowitego braku źródeł zapłonu. Podczas usuwania produktu z pojemnika prawdopodobnie uwolniona zostanie duża ilość niebezpiecznych oparów i/lub rozpylonej cieczy, więc należy zastosować odpowiedni system wentylacyjny/wyciągowy. Tutaj idealnym rozwiązaniem jest ogniotrwałe dygestorium.

Musi ono zapewnić odpowiednią skuteczność wyciągu, a jego drzwi muszą w miarę możliwości być zamknięte podczas całej czynności.

W przypadku konieczności rozszczelnienia pojemnika zawierającego produkt w formie proszku, np. antyperspirant, talk lub proszek metalowy, należy zapewnić dodatkowe środki ostrożności (uziemięcie!), aby nie dopuścić do wyładowań elektrostatycznych na pojemniku, które mogą skutkować zapłonem.

Szklane pojemniki aerozolowe należy obsługiwać bardzo ostrożnie podczas rozszczelniania oraz oczywiście nie należy ich przebijać. Ich zawartość należy zawsze rozpylać!

Usunięte materiały stałe lub ciekłe należy zebrać i zutylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami.

10.6. Utylizacja zawartości pojemników

Po rozszczelnieniu pojemnika jego zawartość nie jest od razu bezpieczna. Elementy, które w takim przypadku należy wziąć pod uwagę to ewentualna toksyczność lub palność formuły oraz fakt, że formuła prawdopodobnie wciąż zawiera gaz pędny – w formie rozpuszczonej lub emulgowanej.

W zakresie toksyczności, palności i zawartości cząstek stałych należy stosować się do restrykcyjnych przepisów na temat wprowadzania odpadów do kanalizacji (patrz powyżej). Pozostałe formuły mogą jedynie zostać odprowadzone do kanalizacji dopiero po znaczącej modyfikacji lub rozcieńczeniu!

Ograniczenia te powodują, że w laboratoriach mogą gromadzić się zużyte formuły, które wymagają bezpiecznego magazynowania i utylizacji. Tutaj również pod uwagę należy wziąć dwie sprawy. Formułą może wciąż zawierać gaz pędny wymagający kontroli i utylizacji oraz istnieje możliwość wystąpienia niebezpiecznej interakcji pomiędzy dwoma lub więcej formułami.

Pojemniki na odpady ciekłe nie powinny być hermetycznie zamknięte ponieważ znajdujące się w nich gazy pędne mogą generować niebezpieczne ciśnienie. Dlatego należy stosować kontrolowany system uwalniający.

Najlepszym sposobem utylizacji odpadów w napełnionych pojemnikach jest wykorzystanie w tym celu specjalistycznej firmy zajmującej się utylizacją odpadów lub odpowiedniego systemu zakładowego. Czynność tę także należy wykonywać regularnie, aby nie dopuścić do nagromadzenia dużej ilości odpadów w zakładzie.

10.7. Opróżnione pojemniki

W wielu przypadkach pojemniki aerozolowe są otwierane w celu sprawdzenia kompatybilności pomiędzy produktem i pojemnikiem. Gdy przeprowadzane są szczegółowe badania, pojemniki (zwykle metalowe - z blachy stalowej ocynowanej lub aluminium) są zwykle przygotowywane w formie płaskiego arkusza metalu. Obróbka ta może powodować powstawanie bardzo ostrych krawędzi metalowych, które mogą być przyczyną poważnych urazów. Dodatkowo opiłki żelaza mogą powodować uszkodzenie skóry i penetrację do ciała operatora. Dlatego podczas tych czynności należy stosować środki ochrony rąk. Jeśli wymagane jest przechowywanie otwartych próbek, należy usunąć ostre narożniki, a krawędzie pojemników zabezpieczyć taśmą klejącą. Nawet umyte i osuszone opakowanie może wciąż zawierać resztki produktu mające niekorzystny wpływ na ewentualną ranę ciętą.

Podczas utylizacji pociętych lub zdekompletowanych opakowań należy zapewnić, aby personel sprząający zdawał sobie sprawę z powyższych zagrożeń. Idealnym rozwiązaniem jest splukanie pojemników oraz umieszczenie ich w odpowiednim i poprawnie oznakowanym pojemniku utylizacyjnym, który nie wymaga już ponownego otwarcia. Nawet puste szklane pojemniki aerozolowe należy traktować ze szczególną ostrożnością oraz stosować oddzielny system utylizacji wyrobów szklanych.

10.8. Utylizacja surowców

Po zakończeniu danego projektu, w laboratorium mogą pozostać próbki, które nie są w danej chwili potrzebne.

Należy wtedy sprawdzić ich dopuszczalny czas magazynowania oraz powodowane przez nie zagrożenia. Każda nowa próbka musi być oznaczona datą przyjęcia, informacją na temat dopuszczalnego czasu magazynowania oraz symbolem zagrożenia podanym w Karcie Charakterystyki. Należy wykonywać regularne przeglądy, podczas których identyfikowane są przeterminowane lub nieprawidłowe materiały (stabilność niektórych z nich może być inna od oczekiwanej), które są następnie utylizowane w bezpieczny sposób.

Jak już wspomniano na początku tego rozdziału dostawcy materiałów są prawnie zobowiązani do dostarczania danych na temat BHP w Kartach Charakterystyki, łącznie z informacjami na temat utylizacji. Informacje te należy stosować podczas usuwania surowców z laboratorium. Nawet niewielkich ilości tych substancji nie można po prostu wrzucić do kosza na śmieci. W skoncentrowanej, czystej formie (w przeciwieństwie

do formy rozcieńczonej w gotowym produkcie) mogą one być bardzo toksyczne i/lub łatwopalne oraz powodować poważne zagrożenia w sytuacjach, gdy nie są dostępne odpowiednie ostrzeżenia lub środki ochrony.

Standardowo najlepszym sposobem utylizacji takich odpadów jest wykorzystanie w tym celu specjalistycznej firmy lub odpowiedniego systemu zakładowego. Czynność tę należy wykonywać regularnie, aby nie dopuścić do nagromadzenia dużej ilości odpadów w zakładzie.



Załączniki

11.1. Załącznik 1 – klasy zagrożeń według rozporządzenia CLP

11.1.1. Zagrożenia fizyczne

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Materiały wybuchowe	Substancja lub mieszanina wybuchowa jest to substancja stała lub ciekła, bądź mieszanina substancji, która sama w sobie, w wyniku reakcji chemicznej, może wydzielać gaz o takiej temperaturze i ciśnieniu i z taką szybkością, że może powodować zniszczenia w otoczeniu. Definicja obejmuje substancje pirotechniczne, nawet jeżeli nie wydzielają one gazów. Substancja lub mieszanina pirotechniczna jest to substancja lub mieszanina substancji przeznaczona do wytwarzania efektów cieplnych, świetlnych, dźwiękowych, gazu lub dymu bądź kombinacji takich efektów w wyniku bezdetonacyjnych, samopodtrzymujących się egzotermicznych reakcji chemicznych.	
Gazy łatwopalne (łącznie z gazami niestabilnymi chemicznie)	Gaz łatwopalny jest to gaz lub mieszanina gazowa o przedziale palności w powietrzu w temperaturze 20°C i przy ciśnieniu normalnym 101,3 kPa. Gaz niestabilny chemicznie to gaz, który może wywołać reakcję wybuchową nawet przy nieobecności powietrza lub tlenu.	
Wyroby aerozolowe	Każdy jednorazowy pojemnik wykonany z metalu, szkła lub tworzywa sztucznego, zawierający gaz sprężony, skroplony lub rozpuszczony pod ciśnieniem wraz z cieczą, pastą, proszkiem lub bez nich, wyposażony w urządzenie umożliwiające uwalnianie jego zawartości w postaci cząsteczek stałych lub ciekłych zawieszonych w gazie, w postaci piany, pasty lub proszku albo w stanie ciekłym lub gazowym.	

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Gaz utleniający	Jakikolwiek gaz lub mieszanina gazowa który(a), na ogół wskutek dostarczania tlenu, może powodować zapalenie lub przyczyniać się do spalania innych materiałów bardziej niż powietrze.	
Gazy pod ciśnieniem	Gazy znajdujące się w naczyniu pod ciśnieniem 200 kPa (przyrząd pomiarowy) lub większym lub w postaci ciekłej lub ciekłej i schłodzonej. Obejmują one gazy sprężone, gazy skroplone, gazy rozpuszczone oraz gazy skroplone schłodzone.	
Substancja ciekła łatwopalna	Ciecz o temperaturze zapłonu nie wyższej niż 60°C	
Substancja stała łatwopalna	Substancja stała, która łatwo ulega zapaleniu lub w wyniku tarcia może powodować zapalenie lub przyczyniać się do spalania. Substancjami stałymi łatwopalnymi są substancje bądź mieszaniny sproszkowane, granulowane lub pastopodobne, które są niebezpieczne, jeżeli mogą łatwo ulec zapaleniu wskutek krótkotrwałego kontaktu ze źródłem zapłonu, takim jak płonąca zapałka, i jeżeli płomień szybko się rozprzestrzeni.	
Substancje i mieszaniny samoreaktywne	Substancje lub mieszaniny samoreaktywne są to niestabilne termicznie substancje lub mieszaniny ciekłe lub stałe ulegające silnemu rozkładowi egzotermicznemu nawet bez udziału tlenu (powietrza). Z definicji tej wykluczone są substancje lub mieszaniny zaklasyfikowane zgodnie z niniejszą częścią jako materiały wybuchowe, nadtlutki organiczne lub utleniacze.	
Substancje ciekłe piroforyczne	Substancja ciekła piroforyczna jest to substancja lub mieszanina ciekła, która, nawet w małych ilościach, może ulec zapaleniu w ciągu pięciu minut po wejściu w kontakt z powietrzem.	
Substancje stałe piroforyczne	Substancja stała piroforyczna jest to substancja lub mieszanina stała, która, nawet w małych ilościach, może ulec zapaleniu w ciągu pięciu minut po wejściu w kontakt z powietrzem.	

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Substancje i mieszaniny samonagrzewające się	Substancja stała lub ciekła, inna niż substancja stała lub ciekła piroforyczna, która wskutek reakcji z powietrzem bez dostarczenia energii z zewnątrz jest podatna na samonagrzewanie; ta substancja lub mieszanina różni się od substancji stałej lub ciekłej piroforycznej tym, że zapala się tylko wówczas, gdy występuje w dużych ilościach (kilogramach) i po długim czasie (godziny lub dni).	
Substancje i mieszaniny, które w kontakcie z wodą uwalniają gazy łatwopalne	Substancje lub mieszaniny, które w kontakcie z wodą uwalniają gazy łatwopalne, są to substancje lub mieszaniny stałe bądź ciekłe, które wskutek oddziaływania z wodą stają się samozapalne lub wydzielają gazy łatwopalne w niebezpiecznych ilościach.	
Substancje ciekłe utleniające	Substancja ciekła utleniająca jest to substancja lub mieszanina ciekła, która sama niekoniecznie jest palna, ale zasadniczo, wskutek wydzielania tlenu, może powodować zapalenie lub podtrzymywać palenie się innych materiałów.	
Substancje stałe utleniające	Substancja stała utleniająca jest to substancja lub mieszanina stała, która sama niekoniecznie jest palna, ale zasadniczo, wskutek wydzielania tlenu, może powodować zapalenie lub podtrzymywać palenie się innych materiałów.	
Nadtlenki organiczne	Nadtlenki organiczne to ciekłe lub stałe substancje organiczne, które zawierają dwuwartościową strukturę -O-O- i którą można uznać za pochodną nadtlenku wodoru, w którym jeden lub oba atomy wodoru zastąpiono rodnikami organicznymi. Określenie nadtlenek organiczny obejmuje mieszaniny nadtlenków organicznych zawierające co najmniej jeden nadtlenek organiczny. Nadtlenki organiczne są termicznie niestabilnymi substancjami lub mieszaninami, które mogą ulec egzotermicznemu samoprzyspieszającemu się rozkładowi. Ponadto mogą mieć jedną lub więcej z następujących właściwości: (i) są podatne na rozkład wybuchowy; (ii) palą się szybko; (iii) są wrażliwe na wstrząs lub tarcie; (iv) reagują niebezpiecznie z innymi substancjami.	 

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Substancje powodujące korozję metali	Substancja lub mieszanina powodująca korozję metali jest to substancja lub mieszanina, która wskutek oddziaływania chemicznego może powodować istotne uszkodzenie, a nawet zniszczenie metalu.	

11.1.2. Zagrożenia dla zdrowia

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Toksyczność ostra	Toksyczność ostra są to niekorzystne skutki występujące po podaniu drogą pokarmową lub po naniesieniu na skórę jednej dawki substancji bądź mieszaniny, lub też kilku dawek w przeciągu 24 godzin, lub po narażeniu inhalacyjnym trwającym 4 godziny.	
Działanie żrące/drażniące na skórę	Działanie żrące na skórę jest to powodowanie nieodwracalnego uszkodzenia skóry; tj. widocznej martwicy naskórka sięgającej aż do skóry właściwej, powstałej w wyniku naniesienia na skórę badanej substancji na okres do 4 godzin. Do typowych skutków działania żrącego zalicza się owrzodzenia, krwawienia, krwawe strupy a pod koniec 14-dniowego okresu obserwacji, zmianę barwy na skutek poparzenia skóry, całe obszary pozbawione owłosienia oraz blizny. Dla oceny budzących wątpliwych zmian skórnych należy przeprowadzić badania histopatologiczne. Działanie drażniące na skórę jest to powodowanie odwracalnego uszkodzenia skóry w wyniku naniesienia na skórę badanej substancji na okres do 4 godzin.	
Poważne uszkodzenie oczu/działanie drażniące na oczy	Poważne uszkodzenie oczu oznacza spowodowanie uszkodzenia tkanki w oku lub poważne fizyczne pogorszenie widzenia, w następstwie nałożenia badanej substancji na przednią powierzchnię oka, które nie jest całkowicie odwracalne w ciągu 21 dni od zastosowania. Działanie drażniące na oczy oznacza spowodowanie zmian w oku, w następstwie nałożenia badanej substancji na przednią powierzchnię oka, które są całkowicie odwracalne w ciągu 21 dni od zastosowania.	

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Działanie uczulające na drogi oddechowe lub skórę	Substancja działająca uczulająco na układ oddechowy jest to substancja, która indukuje nadwrażliwość układu oddechowego w następstwie jej wdychania. Substancja działająca uczulająco na skórę jest to substancja, która wywołuje reakcję alergiczną w następstwie kontaktu ze skórą.	
Działanie mutagenne na komórki rozrodcze	Mutacja oznacza trwałą zmianę w ilości lub strukturze materiału genetycznego w komórce. Pojęcie „mutacja” odnosi się zarówno do dziedzicznych zmian genetycznych, które mogą się objawiać na poziomie fenotypu jak i do podstawowych modyfikacji DNA, jeśli są znane (w tym specyficzne zmiany par zasad i translokacje chromosomowe). Pojęć „mutageny” i „mutagen” używa się w odniesieniu do czynników powodujących zwiększone występowanie mutacji w populacjach komórek lub organizmów.	
Rakotwórczość	Substancja rakotwórcza to substancja lub mieszanina substancji powodujących powstanie raka lub zwiększających częstotliwość jego występowania. Substancje, które spowodowały powstanie nowotworów łagodnych i złośliwych we właściwie przeprowadzonych badaniach doświadczalnych na zwierzętach uważa się również za substancje, co do których istnieje domniemanie lub podejrzewa się, że są rakotwórcze dla człowieka, o ile nie ma przekonujących dowodów na to, że mechanizm powstawania nowotworu nie ma znaczenia dla ludzi.	

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Działanie szkodliwe na rozrodczość	Działanie szkodliwe na rozrodczość obejmuje niekorzystny wpływ na funkcje rozrodcze i płodność u dorosłych osobników płci męskiej i żeńskiej oraz toksyczność rozwojową u potomstwa. Podane poniżej definicje zostały zaadaptowane z definicji ustalonych jako definicje robocze w dokumencie nr 225 IPCS/EHC „Zasady oceny ryzyka zdrowotnego dla rozrodczości związanego z narażeniem na działanie substancji chemicznych”. Do celów klasyfikacji wiedzę dotyczącą wywołania skutków dziedzicznych o charakterze genetycznym u potomstwa przedstawiono w Działaniu mutagennym na komórki rozrodcze (sekcja 3.5), jako że w obecnym systemie klasyfikacji uważa się za bardziej stosowne, by omówić takie skutki w odrębnej kategorii zagrożeń działanie mutagenne na komórki rozrodcze.	
Działanie toksyczne na narządy docelowe – narażenie jednorazowe	Działanie toksyczne na narządy docelowe (narażenie jednorazowe) określa się jako niepowodujące śmierci działanie toksyczne na narządy docelowe, wynikające z jednorazowego narażenia na działanie substancji lub mieszaniny	 
Działanie toksyczne na narządy docelowe – powtarzane narażenie	Działanie toksyczne na narządy docelowe (powtarzane narażenie) jest to działanie toksyczne na narządy docelowe wynikające z powtarzanego narażenia na działanie substancji lub mieszaniny.	
Zagrożenie spowodowane aspiracją	„Aspiracja” oznacza przedostanie się substancji lub mieszaniny ciekłej lub stałej bezpośrednio przez jamę ustną lub nosową, lub pośrednio w wyniku wymiotów, do tchawicy i dolnych dróg oddechowych. Toksyczność spowodowana aspiracją obejmuje poważne skutki ostre, takie jak chemiczne zapalenie płuc, różne stopnie uszkodzenia płuc lub śmierć w następstwie aspiracji.	

11.1.3. Zagrożenia dla środowiska

Klasy zagrożenia	Definicje	Możliwe piktogramy
Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego	Toksyczność ostra dla środowiska wodnego oznacza właściwość substancji w postaci szkodliwości dla organizmu po krótkotrwałym narażeniu na jej działanie. Przewlekła toksyczność dla środowiska wodnego oznacza rzeczywistą właściwość substancji do wywierania niekorzystnego wpływu na organizmy wodne w czasie narażenia określanego w odniesieniu do cyklu życia organizmu.	
Stwarzające zagrożenie dla warstwy ozonowej	Substancja stwarzająca zagrożenie dla warstwy ozonowej oznacza substancję, która na podstawie dostępnych dowodów dotyczących jej właściwości oraz jej przewidywanego i obserwowanego losu środowiskowego i zachowania może stwarzać zagrożenie dla struktury lub funkcjonowania stratosferycznej warstwy ozonowej.	

11.2. Załącznik 2 – Wybrane cechy pomieszczenia do napełniania gazem

Celem niniejszego Załącznika nie jest określenie szczególnego projektu wydzielonego pomieszczenia lub obszaru do napełniania gazem, ponieważ warunki dostępne na terenie każdej firmy znacznie się od siebie różnią. Jednak podane poniżej zalecenia mogą pomóc w procesie projektowania nowych obiektów lub ewentualnej modernizacji istniejących instalacji.

Wiele z nich dotyczy bezpiecznego postępowania z łatwopalnymi gazami pędnymi. Dlatego należy zapoznać się z ich treścią w odniesieniu do każdego laboratorium, nawet takiego, w którym ilość łatwopalnych gazów pędnych ogranicza się do jednej okazjonalnie wykorzystywanej butli.

	Podstawowe cechy	Pożądane cechy
Ogólna charakterystyka obszaru napełniania pojemników gazem Obszar powinien być podzielony na strefy.	Obszar przeznaczony jedynie do napełniania pojemników formułą, zagniatania i wtłaczania gazu. Jeśli nie jest to oddzielne pomieszczenie, należy zapewnić odpowiednie wydzielenie, aby: a) określić granice obszaru oraz b) usprawnić lokalną wentylację.	Specjalne pomieszczenie o ścianach wykonanych z bloków żużlowo-betonowych. Drzwi ognioodporne. Płyty przeciwwybuchowe Okna (obserwacyjne) wykonane z wielowarstwowego lub odpowiednio wzmocnionego materiału.
Wentylacja	Wentylacja odprowadzająca resztki wtłaczanego gazu lub jego poważne wycieki. Wylot odprowadzający powinien być umieszczony na otwartej przestrzeni, tak aby powietrze było odprowadzane na zewnątrz budynku, co uniemożliwia nagromadzenie gazów oraz powodowanie zagrożenia dla personelu, urządzeń lub innych obszarów zakładu. Należy zagwarantować wymianę powietrza w celu zapewnienia skutecznej wentylacji.	Stała wentylacja „w tle” odprowadzająca substancje wyciekające powoli. Dodatkowa wentylacja powinna być stosowana podczas napełniania pojemników gazem. Powinna ona aktywować się automatycznie, gdy detektory wykażą, że stężenie oparów zbliża się do wartości 20 -25% dolnej granicy wybuchowości lub w przypadku wentylacji działającej „w tle”.
Detektory gazu	W pomieszczeniach, gdzie pojemniki są regularnie napełniane łatwopalnymi gazami pędnymi należy zastosować odpowiednio zatwierdzony system.	
Położenie wyciągów oraz detektorów gazu	Wyciągi i detektory gazu zwykle powinny znajdować się przy podłożu - opary wszystkich gazów pędnych są cięższe od powietrza. Główna obudowa także powinna być wyposażona w detektor gazu.	Kilka w różnych miejscach wokół obszaru, na którym odbywa się napełnianie.

	Podstawowe cechy	Pożądane cechy
Wagi: inne urządzenia Wszystkie urządzenia oświetleniowe i elektryczne	Wszystkie urządzenia stosowane na obszarze, gdzie obsługiwane są łatwopalne gazy pędne powinny być ognioodporne (dokładność wagi mechanicznej umożliwia kontrolowanie wagi napełnienia).	
Elektryczność statyczna	W pomieszczeniu, w którym używane są łatwopalne gazy pędne lub formuły, wszystkie urządzenia muszą być uziemione.	Przy wejściu na obszar napełniania gazem należy umieścić osobiste punkty uziemienia. Także obuwie i wykładziny podłogowe muszą być wykonane z materiałów o odpowiedniej przewodności, aby uniknąć nagromadzenia ładunków elektrostatycznych.
Gaz pędny (zapasy)	Ilość gazu pędnego magazynowanego na obszarze napełniania pojemników gazem musi być ograniczona do minimum - patrz Rozdział 6 Gazy pędne .	Oddzielny magazyn - patrz Rozdział 6 Gazy pędne
Gazy pędne (codzienna działalność)	Patrz powyżej.	Idealnym rozwiązaniem jest magazynowanie gazów pędnych poza laboratorium i dostarczanie ich przewodami rurowymi na obszar napełniania pojemników.

	Podstawowe cechy	Pożądane cechy
Przewody rurowe dostarczające gaz pędny	Należy je regularnie sprawdzać pod kątem nieszczelności oraz (w przypadku przewodów elastycznych) przetarcia i osłabionych odcinków, na których mogą wystąpić pęknięcia. Podstawowym wymaganiem jest zapewnienie łatwego dostępu, szczególnie do złączy.	W miarę możliwości stosować stal nierdzewną. Elastyczne przewody rurowe muszą być wzmocnione (oplecione).
Zawory odcinające	Zawory odcinające muszą być umieszczone w pobliżu, niezależnie od tego, czy gaz pędny jest dostarczany na obszar napełniania za pomocą rurociągów lub pojedynczych butli ustawionych przy urządzeniach.	Automatyczne zawory odcinające połączone z układem wykrywania awarii na linii oraz układem detekcji gazów.
Urządzenia zagniatające , urządzenia napełniające gazem	Informacje na temat ich montażu, eksploatacji i szkoleń użytkowników należy uzyskać od dostawców urządzeń.	
Oznakowania	W pobliżu wejścia i drzwi należy umieścić widoczne znaki „Palenie zabronione”.	Na urządzeniach do napełniania gazem powinny znajdować się oznaczenia dotyczące ogólnie i ostatnio używanego gazu pędnego.
Droga ewakuacyjna	Musi być czytelnie oznaczona i nigdy nie zablokowana (nawet na chwilę). Drzwi zewnętrzne należy wyposażać w dźwignie awaryjnego otwierania.	
Gaśnice	Na ten temat informacje należy uzyskać od lokalnych organów odpowiedzialnych za ochronę przeciwpożarową.	

11.3. Załącznik 3 – Kontrola urządzeń laserowych

Pomiar rozkładu wielkości cząstek z rozpylonych produktów może obejmować zastosowanie urządzeń laserowych.

Wytyczne w zakresie bezpiecznej obsługi urządzeń laserowych określone zostały w kilku normach międzynarodowych, a najnowsza z nich to EN 60825:1992 („Bezpieczeństwo urządzeń laserowych”). W niniejszym dokumencie lasery podzielone zostały na kilka kategorii zagrożeń.

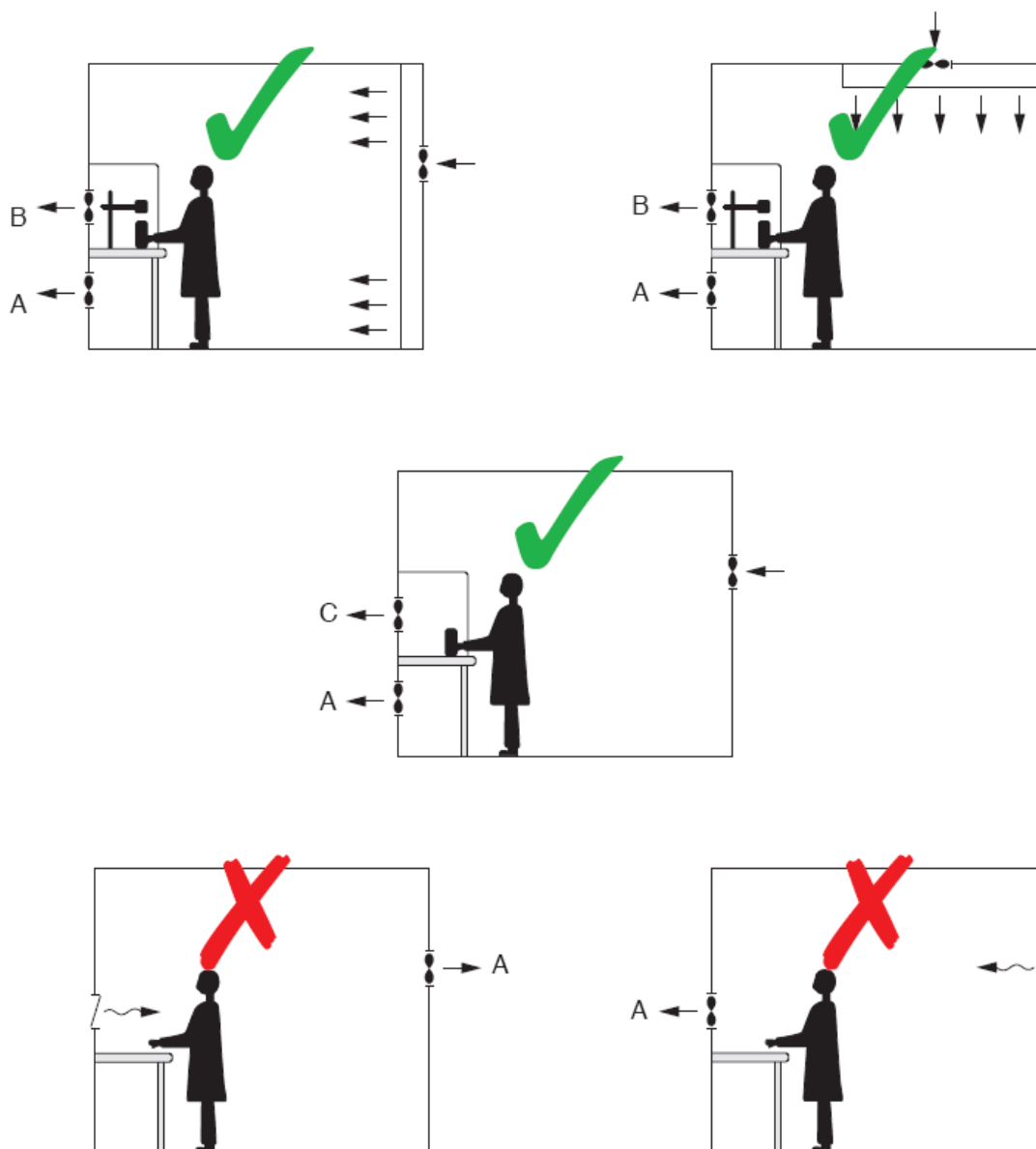
Wiele urządzeń regularnie stosowanych w branży aerozolowej do określania rozkładu wielkości kropli lub cząstek jest wyposażonych w lasery z wnęką otwartą kategorii Klasy 3A/B, które wymagają stosowania bezpiecznych procedur eksploatacji.

Poniżej podane zostały wytyczne w zakresie bezpiecznej eksploatacji:

- Przyrządy wyposażone w lasery mogą być obsługiwane wyłącznie przez osoby przeszkolone w zakresie ich bezpiecznej eksploatacji oraz zaznajomione z treścią normy EN 60825.
- Urządzenia laserowe należy umieszczać w odpowiednio zaprojektowanej obudowie/pomieszczeniu fizycznie odseparowanym od pozostałego personelu.
- Wszystkie okna należy wyposażać w nieprzezroczyste zasłony.
- Na drzwiach wejściowych i urządzeniach laserowych należy ZAWSZE umieścić etykiety ostrzegawcze.
- Zaleca się, aby obsługa urządzeń laserowych podlegała kontroli zatrudnionego na stałe i odpowiednio przeszkolonego kierownika ds. bezpieczeństwa.
- Wszyscy operatorzy muszą stosować gogle ochronne zgodne z normą DIN 58215.
- Zasilanie lasera może być aktywowane WYŁĄCZNIE za pomocą włącznika z wyjmowanym kluczykiem. Po wyłączeniu urządzenia klucz ten należy umieścić w bezpiecznym (zamykanym) miejscu i może on być dostępny wyłącznie dla wyznaczonych operatorów.
- Dostęp nieupoważnionych osób do lasera MUSI być zabroniony podczas jego eksploatacji. Idealnym rozwiązaniem jest wyposażenie obszaru pracy lasera w system wzajemnych blokad, który wyłącza laser natychmiast po otwarciu drzwi. Jeśli nie jest to możliwe z dowolnego powodu, należy opracować i uzgodnić Kodeks Postępowania w pełni zgodny z przepisami w zakresie BHP. Niezależnie od wybranego rozwiązania należy przeanalizować możliwość ewakuacji w przypadku pożaru lub podobnego zdarzenia.

11.4. Załącznik 4 – Projekt przepływu powietrza wentylacyjnego

SYSTEM WENTYLACJI/WYCIĄGU



A = SYSTEM WENTYLACJI POMIESZCZEŃ
 B = URZĄDZENIA WYPOSAŻONE W SYSTEM WYCIĄGOWY
 C = SYSTEM WYCIĄGOWY DYGESTORIUM

11.5. Załącznik 5 – Postępowanie z wadliwymi pojemnikami

Trzy rodzaje wadliwych pojemników, które stanowią największe zagrożenie to: pojemniki przepełnione (tzn. hydraulicznie pełne pojemniki), pojemniki, w których ciśnienie gazu pędnego przekracza bezpieczną wartość ciśnienia roboczego dla danego pojemnika oraz pojemniki nieszczelne.

Podczas obsługi tego typu pojemników operator powinien podjąć wszystkie możliwe środki ochrony. Środki ochrony oczu i twarzy, rękawice oraz odzież ochronna powinny być stosowane w sposób określony w ocenie ryzyka.

11.5.1. Pojemniki przepełnione

Główne powody przepełnienia pojemników to błędne obliczenie masy napełniania, błędna wielkość pojemnika lub „podwójne” napełnienie.

Pojemniki hydrauliczne są całkowicie napełnione cieczą i mogą ulegać odkształceniu. Ciśnienie w takich pojemnikach może mieć wartość bardzo bliską do wartości wytrzymałości pojemnika na rozerwanie (łącznie z wytrzymałością zacisku zaworu) i może przekraczać 14 bar. W takiej sytuacji nawet niewielki wzrost temperatury powoduje bardzo szybki wzrost ciśnienia.

Głównym priorytetem jest usunięcie części cieczy tak aby opróżnić część pojemnika. Po wykonaniu tej czynności ciśnienie wewnętrzne spadnie mniej więcej do poziomu ciśnienia gazu pędnego.

W takich sytuacjach zaleca się postępować zgodnie z poniższą metodą. Przed rozpoczęciem napełniania należy przygotować niewielki przyrząd, który można umieścić w osłonie stanowiska oraz obsługiwać dźwignią naciskając stem zaworu/dyszę w celu odprowadzenia danej ilości zawartości pojemnika w granicach zabezpieczanych przez osłonę urządzenia. W przypadku wybrzuszenia denka pojemnika może on ulec przewróceniu, lecz nie ma to znaczenia, gdyż pojemnik można ustawić w narożniku osłony i tam aktywować zawór. Metoda ta powoduje zabrudzenia, lecz jest całkowicie bezpieczna dla operatora.

Jeśli przepełnione pojemniki zostaną wykryte, np. w kąpieli wodnej, należy je natychmiast umieścić w klatkach ochronnych (np. używanych do badań w kąpieli wodnej), klatki wstawić do komory natryskowej lub dygestorium oraz aktywować zawory za pomocą drewnianego pręta, aż usunięta zostanie z nich wystarczająca ilość produktu. Ponieważ rozerwanie przepełnionego pojemnika może powodować poważne urazy, nigdy nie należy go dotykać ręką.

CZAS POZOSTAWIENIA PRZEPEŁNIONYCH POJEMNIKÓW HYDRAULICZNYCH NALEŻY OGRANICZYĆ DO ABSOLUTNEGO MINIMUM. PRZEBIJANIE POJEMNIKÓW HYDRAULICZNYCH NIE JEST ZALECANE, PONIEWAŻ MOŻE ONO SPOWODOWAĆ GWAŁTOWNE UWOLNIENIE SUBSTANCJI I ROZERWANIE POJEMNIKA, KTÓRY BĘDZIE ZACHOWYWAĆ SIĘ JAK POCISK!

11.5.2. Pojemniki o zbyt wysokim ciśnieniu

Istnieją cztery główne przyczyny takiej sytuacji:

- zastosowanie błędnego gazu pędnego lub jego mieszanki
- przepełnienie pojemnika sprężonym gazem, np. azotem lub dwutlenkiem węgla
- gazowe produkty korozji, np. wodór
- przepełnienie skroplonym gazem pod wysokim ciśnieniem

Występowanie zbyt wysokiego ciśnienia w pojemnikach jest mniej oczywiste niż ich przepełnienie, co sprawia, że dobrym rozwiązaniem jest wyposażenie laboratorium w odpowiedni ciśnieniomierz.

W przypadku wykrycia zbyt wysokiego ciśnienia w pojemnikach należy je natychmiast umieścić w klatkach ochronnych, które z kolei należy ustawić w komorze natryskowej lub dygestorium oraz aktywować ich zawory za pomocą drewnianego pręta, aż do całkowitego opróżnienia.

Gdy nadmierne ciśnienie wynika z korozji wewnętrznej, zawór może być zablokowany przez ciała stałe generowane podczas tej korozji. W takim przypadku pojemnik można przebić W KLATCE OCHRONNEJ, lecz należy wykonać tę czynność z zachowaniem maksymalnej ostrożności i traktować ją jako rozwiązanie ostateczne! Najpierw należy kilka razy spróbować nacisnąć stem zaworu/dyszę! NIGDY NIE USUWAĆ BLOKADY POPRZECZ WTLACZANIE WIĘKSZEJ ILOŚCI GAZU PĘDNEGO!

11.5.3. Pojemniki nieszczelne

Podczas obsługi nieszczelnych pojemników należy zachować dużą ostrożność w szczególności, gdy powód nieszczelności nie jest jednoznaczny. *Takie pojemniki mogą być pod zbyt wysokim ciśnieniem lub przepełnione, a ich rozerwanie może nastąpić w każdej chwili!* Należy wtedy stosować wszystkie podane powyżej środki ostrożności dotyczące pojemników o zbyt wysokim ciśnieniu oraz środki ochrony operatora przed opryskaniem produktem który może się wydostać z miejsca wycieku. Czasami dobrym rozwiązaniem jest utrzymanie pojemnika w takiej pozycji, gdzie punkt wycieku znajduje się powyżej gazowej zawartości pojemnika, a nie poniżej poziomu cieczy.

11.6. Załącznik 6 – Przebicie pojemnika aerozolowego

Przebicie pojemnika aerozolowego jest potencjalnie najbardziej niebezpieczną czynnością wykonywaną w laboratorium i podczas jej wykonywania należy stale podejmować odpowiednie środki bezpieczeństwa! Czynności tej należy jednak unikać, jeśli tylko jest to możliwe!

Jeśli jednak ma być ona wykonana, firma musi przeprowadzić specjalną ocenę ryzyka biorąc pod uwagę sprawy opisane poniżej.

Idealnym rozwiązaniem jest wykonywanie tej czynności w dygestorium przeznaczonym do pracy z łatwopalnymi, skrajnie łatwopalnymi i/lub toksycznymi materiałami. Jeśli dygestorium nie jest dostępne, pojemnik należy przebić w miejscu, gdzie występuje swobodny przepływ powietrza oraz nie ma żadnych źródeł zapłonu, np. na zewnątrz lub na dachu budynku (należy także wziąć pod uwagę ewentualny wiatr).

Operator musi być odpowiednio chroniony przed rozpryskiem lub oparami przy użyciu odpowiedniej ochrony twarzy i oczu, rękawic i odzieży ochronnej. Należy zapewnić odpowiednie uziemienie operatora i przebijanego pojemnika. Można je zapewnić poprzez podłączenie przewodu uziemiającego z zaciskiem do pojemnika i opaski na nadgarstku operatora.

Uwaga: Zacisk musi dotykać odkrytego metalu, aby zapewnić odpowiedni styk elektryczny. Metody tej nie można stosować do opróżniania pojemników szklanych, których zawartość musi zostać w pełni odprowadzona przez zawór!

11.6.1. Informacje ogólne

W przypadku większości produktów najbezpieczniejszym miejscem do przebicia pojemnika jest jego część nad powierzchnią, a najwygodniejszym sposobem jest wykonanie niewielkiego otworu w podstawie talerzyka zaworu. Wykonanie tego otworu po stronie przeciwnej do pozycji operatora oraz za głowicą zapewnia dodatkowe zabezpieczenie, ponieważ głowica ta uniemożliwia jakiegokolwiek dodatkowy wypływ zawartości w kierunku operatora. Przy zachowaniu odpowiedniej ostrożności produkt można odzyskać w niezanieczyszczonej formie do wykonania oceny.

11.6.2. Metoda

Przed przebicciem pojemnika nie wstrząsać lub mieszać jego zawartości. Powoduje to niższe zmieszanie gazu pędnego z formułą i zapobiega pienieniu gdy ciśnienie wewnętrzne jest obniżone.

Podczas kontrolowanego przebiccia pojemnika zwykle nie można zapobiec utracie płynnej zawartości. Przebiccie wykonane w części nad powierzchnią powoduje ograniczenie takiej straty do minimum. Pojemnik zawierający produkty generujące pianę powinien jak najdłużej pozostawać bez ruchu przed przebicciem, aby zminimalizować ilość wygenerowanej piany. Pojemnik taki należy postawić na tacy zbierającej wygenerowaną pianę.

Należy unikać „wytrysku” produktu z wykonanego otworu, np. poprzez umieszczenie odwróconej zlewki na pojemniku, która skieruje produkt do misy ściekowej. Czynność ta może spowodować zniszczenie oznaczenia wykonanego z materiału nieodpornego na działanie rozpuszczalnika, co później powoduje problemy z identyfikacją pojemnika, który ma jednak zostać zachowany.

Po włączeniu systemu wentylacji/wyciągu (sprawdzić przed rozpoczęciem) oraz jak najniższym opuszczeniu ekranu dygestorium (aby zwiększyć przepływ powietrza z przodu, co daje dodatkową ochronę operatorowi) pojemnik należy przebić zgodnie z poniższą procedurą:

Pojemnik musi być uziemiony (patrz powyżej).

Za pomocą dużego mosiężnego gwoździa (długość przynajmniej 10 cm) oraz iskrobezpiecznego (lub drewnianego) wybijaka lub drewnianego młotka z gumową głowicą wykonać niewielki otwór w talerzyku zaworu w miejscu opisanym poniżej, mocno przytrzymując gwóźdź w wykonanym otworze.

Ruch gwoździa w otworze powoduje wypływ gazu pędnego. Należy wtedy wykonywać delikatne ruchy gwoździem, aż wstępne ciśnienie zostanie uwolnione. W przypadku wypływu formuły ponownie umieścić gwóźdź w otworze i utrzymać w tym położeniu przez kilka chwil, aby zablokować ten wypływ. W ten sposób można kontrolować wypływ gazu pędnego, aż ciśnienie spadnie do poziomu umożliwiającego delikatny i ciągły wypływ oparów, podczas którego na zewnątrz pojemnika pojawi się niewielkie oszronienie.

Następnie należy na pewien czas (nawet na kilka godzin) pozostawić pojemnik w dygestorium z opuszczonym ekranem, aby umożliwić wypływ większości gazu pędnego. Na dygestorium należy umieścić informację o tym, że odbywa się w nim wypływ gazu pędnego z pojemnika.

Po zakończeniu widocznego wypływu należy otworzyć pojemnik (OSTROŻNIE! Umieścić otwierany pojemnik z dala od ciała!) w dygestorium, zbierając jego zawartość do zlewki. Zatrzymać formułę w dygestorium do momentu, w którym mieszanie łopatką lub szklanym prętem nie powoduje dalszego uwolnienia gazu pędnego.

Do demontażu zaworu przeznaczone są odpowiednie urządzenia.

Ponieważ większość gazów pędnych jest cięższych od powietrza, część nad powierzchnią w zlewce będzie zawierać duże ilości oparów gazu pędnego, które należy usunąć przed wyjęciem zlewki z dygestorium.

Skuteczna operacja przebijania pojemnika wymaga pewnych umiejętności, które można uzyskać tylko wraz z doświadczeniem. Podczas szkoleń w tym zakresie zaleca się korzystać wyłącznie z produktów o niskim ciśnieniu, niepalnych oraz o niskim stopniu toksyczności (można nawet rozpocząć od pustego pojemnika z zaworem), aż uczestnicy uzyskają odpowiedni poziom umiejętności.

UWAGA

Gdy konieczne jest przebicie większej liczby pojemników, podczas przebijania kolejnych pojemników należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ:

- wstrząsy mogą skutkować niekontrolowanym uwolnieniem gazu pędnego z przebitych pojemników oraz
- atmosfera w pobliżu przebitych pojemników może zawierać łatwopalne opary.

11.7. Załącznik 7 – Bezpieczna utylizacja resztek formuły

Formuła produktu pochodząca z pojemnika, który znajdował się pod ciśnieniem, powoduje kilka potencjalnych zagrożeń dla pracownika laboratorium, które zależą od rodzaju gazu pędnego oraz składu formuły.

Zaraz po uwolnieniu ciśnienia oraz przez pewien czas później formuła zawiera gaz pędny w ilości zależnej od danej formy użytkowej. Gaz ten może być rozpuszczony w formule lub tworzyć z nim emulsję, więc usunięcie go nie jest łatwym zadaniem. Jeśli formuła musi być przechowywana przez dowolny czas przed utylizacją, należy zawsze kontrolować uwalnianie się gazu pędnego, w szczególności łatwopalnego. Dlatego pojemnik należy magazynować w pomieszczeniu na stałe wyposażonym w wyciąg oparów lub na otwartej przestrzeni. Jest to także bardzo ważne w sytuacji, gdy formuła emituje inne łatwopalne lub toksyczne opary.

Zużytych formuł nie należy także przechowywać w hermetycznie zamkniętych pojemnikach ponieważ zawarte w nich gazy pędne mogą wytwarzać wysokie ciśnienie powodujące pęknięcie pojemnika lub gwałtowne niekontrolowane uwolnienie substancji po otwarciu. Niemniej jednak formuły te muszą być zabezpieczone w jak najbardziej praktyczny sposób. Problem ten można rozwiązać poprzez zastosowanie nakrywki odpowietrzającej, np. syfonu na dwutlenek węgla typu używanego w domowych zestawach do warzenia („U-rurka” częściowo wypełniona wodą), która zadziała jak zawór nadmiarowy ciśnieniowy.

Należy także zwrócić uwagę na możliwą interakcję formuł produktu (tzn. rozpuszczalników chlorowcowanych i niechlorowcowanych) oraz zachować odpowiednią ostrożność podczas magazynowania zużytych formuł, aby nie dopuścić do żadnej szkodliwej interakcji. Wiele mieszanin może powodować wytrącanie, które nie musi powodować niebezpieczeństwa, lecz nie należy dopuścić do nagromadzenia wytrąconych osadów oraz usunąć je podczas opóźniania zużytego pojemnika. Jeśli zużyty pojemnik ma zostać ponownie użyty, należy go dokładnie wyczyścić przy opróżnianiu, aby zapobiec przypadkowemu zanieczyszczeniu lub interakcji podczas kolejnego wykorzystania.

Organy odpowiedzialne za gospodarkę wodną zwykle wydają przepisy dotyczące materiałów, które można odprowadzać do kanalizacji. Są one ujęte w „pozwoleniu” wydanym firmie, które dokładnie opisuje substancje, które można odprowadzić do kanalizacji. Wymagania zawarte w tym pozwoleniu muszą zostać spełnione z dwóch powodów, tzn. niestosowanie się do nich może spowodować powstanie niebezpiecznych warunków w kanalizacji oraz nałożenie wysokich kar pieniężnych, a nawet podjęcie kroków prawnych.

Zakres wydawanych pozwoleń pokazuje, że do kanalizacji można odprowadzić wiele formuł produktów na bazie wody oraz ograniczoną ilość „roztworów” (z wyłączeniem np. insektycydów i pestycydów), lecz należy stosować się do ograniczeń dotyczących ich maksymalnej ilości. Pozwolenia te zwykle podają informacje na temat zawiesiny cząstek stałych, chemicznego zapotrzebowania tlenu oraz zakresu wartości pH. Dobre praktyki wymagają, aby usuwać odpady w ilości mniejszej niż jest określona w pozwoleniu. Zwykle firmy płacą za usuwanie odpadów, więc mniejsza ilość wprowadzona do kanalizacji powoduje naliczenie niższych opłat!

Należy także pamiętać, że większość produktów zawiera wiele składników i najdokładniej należy kontrolować poziom tego, który jest najmniej dopuszczalny.

