

Ewa OGIOŁDA*

PROBLEMATYKA ZAPYLENIA ORAZ BEZPIECZEŃSTWA PRZECIWPÓŻAROWEGO I PRZECIWWYBUCHOWEGO W ZAKŁADACH PRZEMYSŁU DRZEWNEGO

Streszczenie

W artykule przedstawiono problem zapylenia w zakładach przemysłu drzewnego oraz wynikające stąd zagrożenia dla pracujących osób. Omówiono sposoby zapobiegania pożarom i wybuchom przez zastosowanie odpowiednich urządzeń w instalacji pneumatycznego odwiórowania. Pokazano rozwiązania konstrukcyjne zbiorników na odpady.

1. WSTĘP

Przebieg procesów produkcyjnych w wielu zakładach związany jest z powstawaniem odpadów. Ich postać i ilość związana jest z charakterem produkcji. Często są to odpady w postaci pyłu, którego obecność w powietrzu wpływa na warunki bezpieczeństwa i higieny pracy, a także stwarza zagrożenie dla pracujących osób. Konieczne jest więc rozwiązanie problemu odpylania tego typu pomieszczeń. Stosuje się w tym celu instalacje wyciągowe w postaci instalacji pneumatycznego odwiórowania złożone z szeregu ssaw, rurociągów, wentylatora, urządzenia odpylającego i zbiornika odpadów. Działania z zakresu poprawy niezawodności i bezpieczeństwa instalacji odpylających zmierzają do uniknięcia zniszczeń, szkód i awarii, jak i ich skutków dla ludzi i urządzeń przemysłowych. Oprócz rozwoju środków i metod techniki niezawodności i bezpieczeństwa jest również potrzebne konsekwentne stosowanie osiągniętego stanu wiedzy.

2. PROBLEM ZAPYLENIA W PRZEMYŚLE

2.1. Oddziaływanie pyłów na organizm ludzki

Pył oddziałuje szkodliwie na drogi oddechowe, skórę i oczy człowieka. Stopień szkodliwości zależy od rodzaju przemysłu i specyfiki powstających odpadów.

* mgr inż. Ewa Ogiółda - Zakład Sieci i Instalacji Sanitarnych, Politechnika Zielonogórska

Określanie oddziaływania pyłu wymaga poznania mechanizmu oddziaływania pyłu na człowieka i fizjologii organów, na które wywiera szkodliwy wpływ. Często przyczyny chorób wywołanych zapyleniem określane są na podstawie wywołanych skutków [J. Zajaczkowski, 1971].

Pod względem oddziaływania zdrowotnego wyróżnia się:

1. pyły czynne
 - toksyczne
 - zakaźne
 - żrące
2. powodujące zwłóknienie tkanki płucnej
3. pyły bierne
 - miękkie i giętkie (np. bawełna, pierze),
 - twarde, raniące (np. węgiel, trociny).

Drogi oddechowe są najbardziej podatne na oddziaływanie pyłów. Do płuc przedostaje się część pyłu, która nie zostanie zatrzymana przez układ filtrujący górnych dróg oddechowych. W największym stopniu kumulowane są cząstki o wymiarach 1–2 μm . Oddziaływanie pyłu prowadzi do powstania pylicy, a w konsekwencji nawet gruźlicy.

Najwcześniej dają o sobie znać zmiany wywołane pod wpływem pyłów w narządzie wzroku, a jest to pylicze zapalenie rogówki lub powiek.

Wpływ na skórę przejawia się w jej podrażnieniu, w krańcowych przypadkach sprzyjać może nawet powstawaniu raka skóry.

W przemyśle drzewnym należy się liczyć przede wszystkim z występowaniem nieżytów górnych dróg oddechowych oraz alergii. Istotnym niebezpieczeństwem jest także rakotwórcze oddziaływanie pyłu, jakie stwierdzono dla dębu i buku.

2.2. Własności wybuchowe pyłów

Wybuchowość pyłów drzewnych jest ważną cechą decydującą o bezpieczeństwie ludzi pracujących w zapyłonym pomieszczeniu. Do zainicjowania wybuchu konieczne jest wystąpienie określonych czynników w odpowiednich proporcjach. Pył musi mieć właściwości zapalne, wystąpić w postaci mieszaniny o określonej koncentracji cząstek, a wybuch inicjowany jest źródło energii (w postaci ruchu, ciepła, zjawisk elektrycznych).

Granice stężenia wybuchowego pyłów drzewnych przyjmuje się w wysokości 12–30 g/m^3 (Rüb), 44 g/m^3 (Efremova, Mitusov) [S. Dolny, 1988], 12 – 40 g/m^3 [J. Czarnecki, 1973]. Wartości te zależne są od wilgotności i rozdrobnienia cząstek. Za najbardziej eksplozywne uważane są np. pyły o ziarnach mniejszych od 30 μm , zaś pył drewna bukowego o wilgotności 45 % traci właściwości wybuchowe [S. Dolny, 1988].

Intensywność wybuchu jest zależna m.in. od składu pyłu, wielkości ziaren, ich powierzchni właściwej, porowatości i ciepła tworzenia się produktów spalania.

Ze względu na właściwości wybuchowe pyły dzieli się na osiadłe i unoszące się. Wielkości charakteryzujące ich właściwości to:

1. dla pyłu osiadłego:
 - temperatura żarzenia, $^{\circ}\text{C}$,

- temperatura samozapłonu, °C

Ich wartość zależy od grubości warstwy osiadłego pyłu.

2. dla pyłu unoszącego się:

- temperatura zapłonu, °C,
- maksymalne ciśnienie wybuchu, atm lub N/m^2 ,
- maksymalną i średnią szybkość wzrostu ciśnienia $N/m^2 \cdot s$.

Oszacowanie wyżej wymienionych wielkości umożliwia ocenę intensywności wybuchu, a więc zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń.

3. PRZECIWDZIAŁANIE POŻAROM I WYBUCHOM W PRZEMYSŁE DRZEWNYM

Działania zmierzające do zapewnienia bezpieczeństwa w zakładach przemysłu drzewnego prowadzone są w następujących kierunkach:

- 1) eliminowanie przyczyn powstawania zapłonów i wybuchów,
- 2) wykrywanie i likwidacja zapłonów w momencie ich powstawania,
- 3) zabezpieczenie przed rozprzestrzenianiem się ognia,
- 4) minimalizacja skutków zapłonów i pożarów.

Eliminowanie przyczyn powstawania pożarów i wybuchów

Podczas produkcji w zakładach przemysłu drzewnego należy pamiętać o czynnościach zmniejszających ryzyko powstania wybuchu lub pożaru, takich jak:

- 1) usuwanie skupisk pyłu powstających w halach produkcyjnych na podłogach, maszynach, elementach konstrukcji; osiadanie pyłu doprowadza z czasem do powstania tzw. „warstwy krytycznej”, której wymieszanie z warstwą powietrza przy jednoczesnym wystąpieniu inicjatora może doprowadzić do eksplozji, a nawet serii wybuchów,
- 2) używanie tylko prawidłowo przygotowanych narzędzi - narzędzia tępe lub oklejone żywicą powodują nagrzanie cząstek drewna do temperatury żarzenia się, a w konsekwencji zwiększają prawdopodobieństwo wybuchu,
- 3) eliminowanie okoliczności powodujących zaiskrzenie podczas obróbki lub transportu pneumatycznego:
 - eliminowanie obecności części metalowych w materiale drzewnym przez stosowanie sortowników pneumatycznych, elektromagnesów do metali ferromagnetycznych i wykrywaczy metali kolorowych,
 - stosowanie osłon na narzędzia wykonanych z materiałów nie iskrzących oraz prawidłowe ich mocowanie, gdyż wejście osłony w kontakt z narzędziem może spowodować zaiskrzenie będące inicjatorem wybuchu,
 - zabezpieczenie przed zerwaniem papieru ściernego na szlifierkach - w tym celu stosuje się zabezpieczenia przed wprowadzeniem do szlifierek elementów o zbyt dużej grubości, a także siatki ochronne umieszczone na wlotach kanałów transportowych zatrzymujące skrawki zerwanych taśm ściernych,

- 4) zastosowanie sygnalizatorów przeciążenia obrabiarek oraz blokad napędu obrabiarek po wyłączeniu instalacji wyciągu pneumatycznego,
- 5) użycie mokrych odpylaczy, dzięki którym mieszanina pyłowa po transporcie o długości kilku lub kilkunastu metrów po wejściu w kontakt z wodą traci właściwości wybuchowe.

Urządzenia wykrywające i likwidujące zapłon i wybuch w momencie ich powstawania

Do wykrywania zapłonów stosowane są różnego rodzaju czujniki sprzężone za pośrednictwem układów elektronicznych z urządzeniami gaśniczymi [PN-92/M-51004/01]. Należą do nich:

- 1) sygnalizatory podwyższonych temperatur
 - a) nadmiarowe - działające, gdy mierzony parametr przekracza określoną wartość w dostatecznie długim przedziale czasu,
 - b) różnicowe - analizujące parametr w dwu lub kilku miejscach; zadziałanie następuje, gdy różnica wartości mierzonych parametrów przekracza określoną wartość w dostatecznie długim przedziale czasu,
 - c) różniczkowe - zadziałanie następuje wówczas, gdy prędkość zmiany mierzonego parametru przekracza określoną wartość w dostatecznie długim przedziale czasu.
- 2) czujniki dymu
 - a) jonizacyjne - zadziałanie następuje w wyniku oddziaływania produktów spalania na wartość prądu w komorze jonizującej czujnika,
 - b) optyczne - zadziałanie następuje pod wpływem produktów spalania, które powodują pochłanianie lub rozpraszanie światła w widzialnym, podczerwonym lub ultrafioletowym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego.
- 3) wykrywacze iskier
Wykrywacz iskier montowany jest w kanale transportowym przed zespołem gaszącym. Odległość między wykrywaczem a urządzeniami gaśniczymi jest obliczana z zależności:

$$L = t w$$

gdzie: t - czas opóźnienia, s

w - prędkość przepływu cząstek pyłowych w kanale transportowym, m/s

Wielkość w jest trudna do określenia, więc do obliczeń przyjmuje się wartość równą prędkości przepływu strumienia powietrza w kanałach transportowych.

Najczęściej przyjmowane wartości to: $t = 0,3$ s, $w = 30$ m/s, stąd $L = 9$ m.

Zachowanie odległości między tymi elementami jest konieczne ze względu na bezwładność działania układu zabezpieczającego, związaną z czasem reakcji elektrycznej, czasem mechanicznego otwarcia zaworów, czasem wytworzenia mgły wodnej i uwzględnieniem współczynnika bezpieczeństwa.

Informacje przesyłane są z niego za pośrednictwem centralki zasilanej z niezależnego źródła do automatycznego systemu gaszenia i alarmowania. Typ użytego wykrywacza iskier uzależniony jest od jego lokalizacji - w strefach zaciemnionych lub w strefach, w których zaciemnienie jest niemożliwe, a także od

temperatury otoczenia i materiału. Czujniki są ustawione na uruchomienie dysz po zarejestrowaniu określonej liczby iskier w przedziale czasu.

- 4) detektory podwyższonych ciśnień, inicjujące wypełnienie zagrożonej przestrzeni instalacji środkiem tłumiącym eksplozję. Na sygnał z detektora podwyższonego ciśnienia, pojawiający się na skutek rozwijania się eksplozji, przekazywany jest impuls do detonatora, powodującego wtłoczenie do zagrożonej przestrzeni czujnika tłumiącego eksplozję. W ten sposób proces spalania mieszaniny pyłowo - powietrznej zostaje zahamowany przed wystąpieniem maksymalnego ciśnienia gazów wybuchowych.

Wymiarowanie, wyposażenie i lokalizacja zbiorników na odpady

Zbiorniki na odpady są końcowym elementem instalacji. Ze względu na znaczne wymiary i dużą koncentrację pyłów są jednym z najbardziej niebezpiecznych jej elementów. Powinny być oddzielnie budowane dla różnego rodzaju odpadów: udział wagowy pyłów nie powinien przekraczać 20 % w stosunku do ilości trocin i wiórów (przyjmując ziarna o wymiarach $> 0,5\text{mm}$ za pył, a $< 0,5\text{ mm}$ jako wióry) [J. Czarniecki, 1973]. Każda instalacja powinna mieć również odrębny zbiornik.

W zbiorniku pyłów możliwe jest gromadzenie ograniczonej ilości pyłów. Według [J. Czarniecki, 1973] nie powinna przekraczać 7 m^3 , a pył powinien być usuwany - spalany, bądź wywożony codziennie. Wielkość zbiornika należy dostosować do ilości odpadów powstających w czasie zmiany w celu zapewnienia ich bieżącego usuwania. Objętość zbiornika oblicza się ze wzoru [S. Dolny, 1988]:

$$V = \frac{m}{f \zeta k} \varphi$$

gdzie: m – masa odpadów odprowadzonych w czasie jednej zmiany, kg/zm ,

f – częstotliwość opróżniania zbiornika, zmiany^{-1} ,

ζ – gęstość nasypowa odpadów, kg/m^3 ,

k – współczynnik wypełnienia zbiornika, $k = 0,7$

φ - współczynnik nierównomierności opróżniania zbiornika $\varphi = 1,3$.

Zbiorniki mogą być wykonywane w konstrukcji stalowej, żelbetowej lub murowanej. Ściany wewnętrzne o gładkiej powierzchni muszą być pionowe lub pochylone w stosunku do podłogi pod kątem mniejszym niż 90° . Ma to zabezpieczać przed zawieszaniem pyłu i powstawaniem wolnej przestrzeni, w przypadku osunięcia których może wytworzyć się chmura pyłowa o stężeniu powyżej wartości krytycznej. Zasadnicza komora zbiornika w rzucie poziomym powinna mieć przekrój prostokątny, kwadratowy lub kołowy. Zakończona jest lejem z otworem wysypowym zaopatrzonym w zasuwę, służącą obrotową lub wygarniak mechaniczny. Zapewnia to równomierne usuwanie odpadów.

W obliczeniach wytrzymałościowych konstrukcji nośnej zbiornika i samego zbiornika należy uwzględnić rodzaj odprowadzanych odpadów. Badania wykazały, że jednostka objętości odpadów lignomeru (kompozytu drewno - polimer) daje większe obciążenia

niż wiórów czy trocin z obróbki drewna. Dla dużych zbiorników powinno się do obliczeń wytrzymałościowych konstrukcji wsporczej zbiornika obciążenia większe przynajmniej o 30% niż przy odpadach drzewnych [S. Dolny, 1993].

Zbiornik musi być wyposażony w wewnętrzną gaszącą instalację wodną. Gaszenie odbywa się rozpyloną wodą, a nie strumieniem wody. Instalacja uruchamiana jest w chwili przedostania i rozprzestrzeniania się ognia. Strumień rozpylany w postaci mgły wodnej powinien wynosić 0,5 - 1,0 l/s na 1 m² powierzchni rzutu zbiornika [S. Dolny, 1988]. Tryskacze należy zabezpieczyć przed zatkaniem otworów pyłem za pomocą kapturków gumowych zrywanych w razie potrzeby pod wpływem ciśnienia wody. Możliwe jest również zdławienie wybuchu po jego zainicjowaniu przez wtłoczenie do zagrożonej przestrzeni czynnika gazowego tłumiącego eksplozję np. CO₂ [H. Jaworski, 1992] lub powietrza o zawartości tlenu poniżej 17% przy jednoczesnym otwarciu klap dekompresyjnych [S. Dolny, 1988]. Wszystko to odbywa się przed wystąpieniem maksymalnego ciśnienia gazów wybuchowych.

W górnej części zbiornika muszą być wykonane otwory eksplozyjne o odpowiednio obliczonej powierzchni. Przyjmuje się dla zbiorników o objętości do 50 m³ 1/10 m²/m³, powyżej 50 m³ 1/15 m²/m³ nie mniej niż 5 m² [J. Czarnecki, 1973] lub 1 m² na 30 m³ [H. Jaworski, 1982].

Należy także pamiętać o wyposażeniu zbiornika w instalację odgromową i uziemieniu w celu odprowadzenia ładunków elektrostatycznych [B. Kortylewski, 1993; R. Skupiński, 1988].

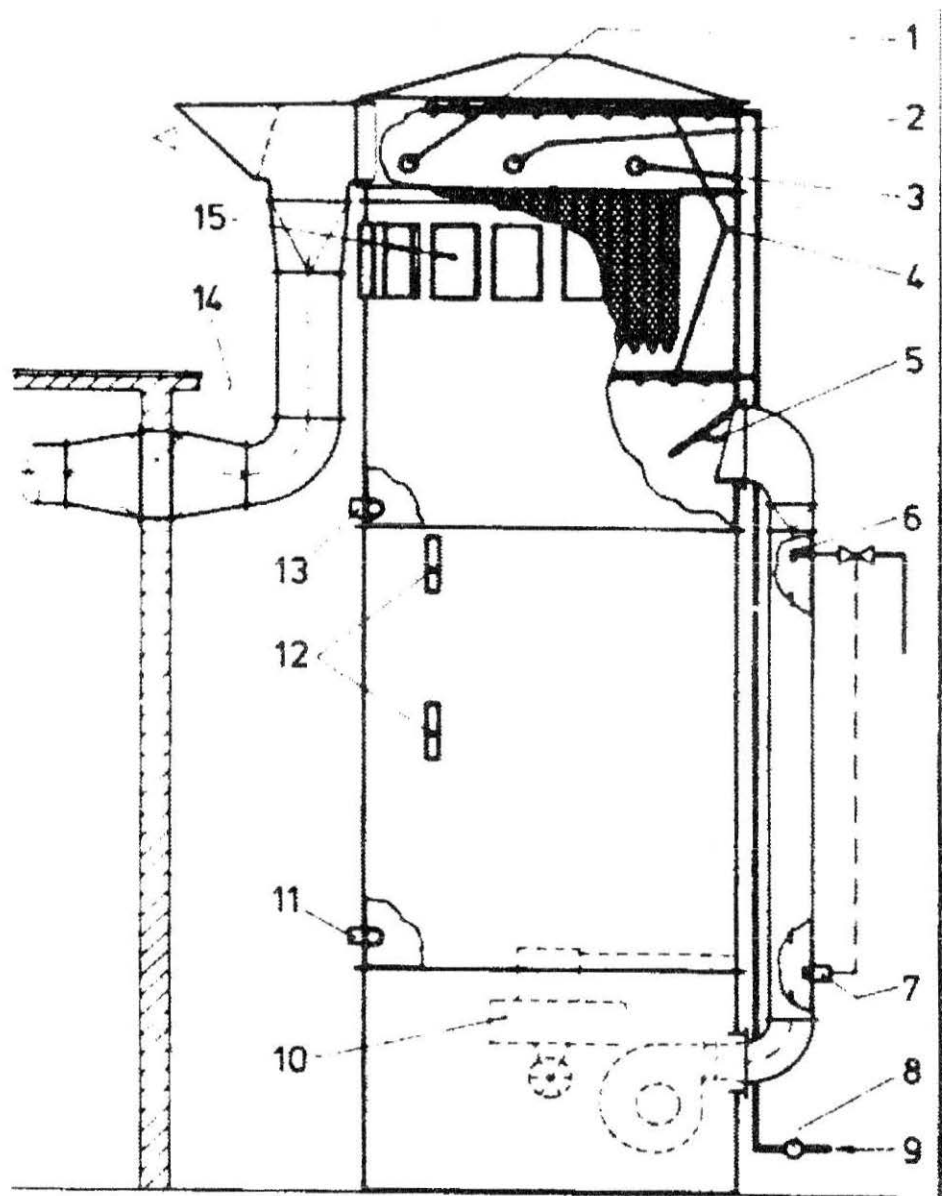
Dodatkowe wyposażenie zbiornika odpadów obejmuje otwory wjazdowe, drabinki, podesty oraz oświetlenie wnętrza. Wyposażenie specjalne może stanowić czujnik na gazy zjonizowane, który sygnalizuje obecność dymu w zbiorniku i uruchamia instalację gaszącą.

Nowoczesne rozwiązanie zbiornika na odpady przedstawiono na rys. 1. [Keller Lufttechnik GmbH, 1985]. Integralną część tego zbiornika stanowi filtr. Na przewodzie doprowadzającym pyły znajduje się wykrywacz iskier wraz z urządzeniem gaśniczym. Wewnątrz zbiornika znajduje się czujnik ciśnieniowy powiązany z dyszami gaśniczymi. Powietrze po oczyszczeniu wraca do hali. Część czystego powietrza powrotnego pobierana jest z otoczenia. Na przewodzie doprowadzającym do hali znajduje się kłapa przeciwwybuchowa.

Lokalizacja zbiornika na terenie zakładu powinna być uzależniona od jego konstrukcji. Minimalna odległość od budynków dla zbiorników żelbetowych wynosi 6 m, dla zbiorników o konstrukcji stalowej 10 m. [S. Dolny, 1988]. Należy przewidzieć również możliwość dojazdu i manewrowania środkami transportu wywożącymi odpady.

PODSUMOWANIE

Obserwując instalacje odpylające w zakładach przemysłu drzewnego można zauważyć brak działań zmierzających do poprawy bezpieczeństwa przeciwpożarowego i przeciwwybuchowego. Ten aspekt jest niezwykle istotny ze względu na specyficzne właściwości pyłu drzewnego, a przede wszystkim jego zdolność do tworzenia z powietrzem mieszanin wybuchowych. Najczęściej jedynym zabezpieczeniem są klapy przeciwpożarowe i otwory dekompresyjne.



Rys. 1 Schemat zbiornika odpadów [1]

1 - czujnik temperatury, 2 - czujnik ciśnieniowy na nadciśnienie, 3 - czujnik ciśnieniowy, 4 - dysze gaśnicze, 5 - zawór klapowy zwrotny, 6 - gaszenie iskier, 7 - wykrywacz iskier, 8 - czujnik ciśnieniowy, 9 - doprowadzenie wody, 10 - zabezpieczenie przeciążeniowe, 11 - czujnik poziomu napelnienia (min), 12 - wziernik, 13 - czujnik poziomu napelnienia (max), 14 - kłapa przeciwybuchowa, 15 - trzyczęściowa płyta bezpieczeństwa działająca na podciśnienie.

Nowoczesne urządzenia przeciwpożarowe i przeciwwybuchowe stosowane są niezwykle rzadko. Inwestowanie w instalacjach odpylających w urządzenia zabezpieczające, wykrywające i likwidujące eksplozje chociaż jest kosztowne, to jednak w ogólnym rachunku kosztów jest opłacalne.

LITERATURA

- [1] Arbeitssicherheit und Umweltschutz. Keller Lufttechnik GmbH, Kirchheim. Mai 1985.
- [2] CZARNECKI J.: *Wybuchowość pyłów drzewnych i sposoby zmniejszenia ryzyka eksplozji. Cz. I. Przemysł Drzewny* nr 4/1973.
- [3] CZARNECKI J.: *Wybuchowość pyłów drzewnych i sposoby zmniejszenia ryzyka eksplozji. Cz. II. Przemysł Drzewny* nr 7-8/1973.
- [4] CZARNECKI J.: *Wybuchowość pyłów drzewnych i sposoby zmniejszenia ryzyka eksplozji. Cz. III. Przemysł Drzewny* nr 11/1973.
- [5] DOLNY S.: *Pneumatyczny transport drobnych cząstek odpadowych lignomeru olchowego i sosnowego. Przemysł Drzewny* nr 1/1993.
- [6] DOLNY S.: *Transport pneumatyczny i odpylanie w przemyśle drzewnym. Skrypt Akademii Rolniczej w Poznaniu. Poznań 1988.*
- [7] JAWORSKI H.: *Zagrożenia pożarowe. Przemysł Drzewny* nr 10/1992.
- [8] KORTYLEWSKI B., Kien W.: *Skutki zjawisk elektrostatycznych podczas obróbki drewna na strugarkach. Przemysł Drzewny* nr 2/1993.
- [9] ONIŚKO W.: *Przegląd technologii płyt drewnopochodnych w aspekcie zagrożeń pożarowych. Przemysł Drzewny* nr 9/1994.
- [10] SKUPIŃSKI R.: *Problematyka zabezpieczeń przeciwpożarowych w przemyśle drzewnym. Przemysł Drzewny* nr 10/1989.
- [11] ZAJĄCZKOWSKI J.: *Odpylanie w przemyśle. Arkady Warszawa 1971.*