

inż. JERZY DUDEK

specjalista ds. bhp

b. członek Sieci Ekspertów ds. BHP certyfikowanych przez  
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut BadawczyKontakt: [mailto:jdudek@ecosa.pl](mailto:mailto:jdudek@ecosa.pl)

# Pył węglowy

## – demonizacja problemu czy realne zagrożenie w energetyce przesyłowej?

Fot. Tipyashin Anatoly / Bigstockphoto



Zagrożenie wybuchu pyłu węglowego występuje nie tylko w kopalniach, ale i w energetyce zawodowej, opartej na procesie wytwarzania energii z węgla. Na to zagrożenie wpływ ma przede wszystkim działanie człowieka, na którym opiera się nie tylko proces technologiczny, ale też skuteczny system zarządzania bezpieczeństwem pracy oraz bezpieczeństwem wybuchu. Znajomość źródeł zagrożenia, jak również sposobów jego eliminacji, pozwala stworzyć efektywny system bezpieczeństwa, którego zasady bezwzględnie dotyczą każdego pracownika, odpowiednio do sprawowanej funkcji. Ciągłe inwestowanie w rozwój świadomości pracowników oraz w pozostałe elementy systemu bezpieczeństwa stanowi dobrą inwestycję, a nie zbędny koszt, o czym należy pamiętać. Przestrzeganie podstawowych zasad bezpieczeństwa pozwala na zarządzanie ryzykiem wybuchu pyłów osiadłych, a więc nie pozostawia procesu wytwarzania losowi czy przypadkowi.

*Słowa kluczowe: wybuch pyłu węglowego, zagrożenie wybuchem w energetyce, systemy bezpieczeństwa w energetyce, bhp w energetyce*

### Coal dust – a problem overkill or a real threat?

The threat of coal dust explosion is present not only in mines but in the energy production sector as well, where coal is used to produce energy. The feasibility of such a problem comes to light mainly due to the human activity and state of mind, on which not only the whole production process is based, but also a working OSH management. Knowledge about both threat sources and techniques of their elimination or prevention, which this article discusses, lets us create an effective safety system, which applies to each and every employee, depending on their role in the company. There is no place for ignorance when it comes to threat such as coal dust explosion. Steady investment in developing employees' awareness as well as other parts of the OSH system, presented in this article, is a good practice rather than redundant cost, which we should keep in mind. Following basic safety guidelines lets us manage the risk of sedentary dust, and, therefore, prevents coincidence from affecting production, which should never be the case in the energy production sector.

*Keywords: coal dust explosion, explosion threat in energy production, safety systems in energy production, OSH in energy production*

### Wstęp

Artykuł stanowi próbę przedstawienia pyłu węglowego jako rzeczywistego i realnego zagrożenia występującego w sektorze energetycznym, jak również podstawowych elementów inicjujących to zagrożenie. Na podstawie analizy tych zagadnień oraz doświadczeń i wiedzy autora pokazano również kierunki, w których powinien zmierzać system zarządzania bhp w tym sektorze gospodarki, mający na celu eliminowanie zagrożenia wybuchem.

### Pył węglowy – realne zagrożenie energetyki

Energetyka przemysłowa w Polsce, której podstawowym produktem technologicznym jest energia cieplna i elektryczna, w głównej mierze opiera proces wytwarzania energii na surowcach kopalnych, a w szczególności na węglu. Surowiec ten znajduje swe miejsce w procesie wytwarzania energii ze względu na jego niewątpliwie walory, tj. występowanie złóż czyli dostępność, cenę (pozostającą również w korelacji z jednostkową ceną wytworzenia energii) i dość dobrą wartość energetyczną.

Węgiel powstaje w wyniku rozkładu materiału roślinnego, poddawanego w naturze procesom przetwarzania pod wpływem wysokich temperatur i ciśnienia (na przestrzeni milionów lat), po czym przeistacza się w kruchą skałę osadową o dość różnorodnych właściwościach fizycznych i chemicznych [1]. Te właściwości zdecydowały również o powszechnym stosowaniu węgla jako substratu w chemicznym procesie utleniania (spalania), którego produktem jest energia. Wspomniany proces chemicznej przemiany tego surowca paliwowego na energię odbywa się w kotle, do którego węgiel jest transportowany. Niestety droga jego transportu w warunkach energetyki przemysłowej jest dość długa i odbywa się za pośrednictwem przenośników taśmowych, począwszy od składu magazynowego



Fot.1. Transport węgla przenośnikiem skośnym ze składu węglowego  
Fig. 1. Slanting conveyor transporting coal from the storehouse



Fot. 2. Transport węgla przenośnikiem poziomym  
Fig. 2. Horizontal conveyor transporting coal

(fot. 1.), poprzez długie odcinki mostów nawęglania (fot. 2.) i przesypy, aż do samego kotła (fot. 3. i 4.). W związku z tym węgiel kamienny ulega mikrokruszeniu, w wyniku zderzania się jego ziaren ze sobą, jak również z innymi elementami konstrukcji. Efektem jest pylenie i osadzanie się pyłu węglowego (stąd też nazwa: pyły osiadłe) na powierzchni konstrukcji oraz posadzek, co stanowi zagrożenie wybuchem dla pracowników zatrudnionych w sektorze energetycznym, gdzie znaczne jest dobowe zużycie węgla. Często zagrożenie to jest bagatelizowane przez energetyków.

W tym miejscu należałoby zwrócić uwagę na kilka faktów uzasadniających tezę zagrożenia ze strony pyłu węglowego. Otóż z uwagi na to, że pył węglowy utożsamiany jest przeważnie z górnictwem, gdzie dochodziło w historii do wielu katastrofalnych zdarzeń związanych z jego wybuchem, znalazł się w centrum zainteresowania nauki oraz stał się przedmiotem wielu badań [1,3,4]. Wiedza o nim oczywiście rozwijała się wraz z upływem czasu i mimo że już w XIX wieku zdawano sobie sprawę z jego właściwości wybuchowych, to jednak ignorowano zagrożenie, uważając, że nie może ono występować bez współdziałania metanu. Przekonanie to uległo diametralnej zmianie po wybuchu pyłu węglowego w niemietanowej kopalni Courrieres (Francja) w 1906 roku, gdzie zginęło 1099 górników.

W następnych latach przeprowadzono wiele badań, w centrum uwagi których znalazły się warunki i okoliczności powodujące wybuch pyłu węglowego, jak również metody przeciwdziałania temu zagrożeniu. A jednak, mimo, wydawałoby się, posiadania już wszelkiej wiedzy dotyczącej zagrożenia, wciąż jeszcze zdarzają się wypadki wybuchu pyłu węglowego i to nie tylko w kopalniach, ale też w sektorze energetycznym, czego przykładem w Polsce jest chociażby 2012 rok, w którym miały miejsce eksplozje w elektrociepłowni Żerań czy elektrowni Turów. Przy czym, w drugim przypadku należy zwrócić uwagę na występujące zwiększone zagrożenie, związane z eksplozją pyłu węglowego w połączeniu z pyłem biomasy. Technologie wytwarzania energii oparte na współpalaniu węgla i biomasy obarczone są większym ryzykiem wystąpienia wybuchu [2].

## Charakterystyka zagrożenia wybuchem pyłu węglowego

Na podstawie wyników wielu badań nad zagrożeniem, jakim jest pył węglowy, określone zostały warunki krytyczne, w których wybuch jest bardzo realny. Należą do nich niewątpliwie granice wybuchowości, czyli wartości brzegowe stężenia pyłu węglowego w powietrzu. Mimo nieco rozbieżnych informacji pochodzących z różnych źródeł literatury można przyjąć, że granica jego wybuchowości mieści się w przedziale od 50 do 1000 g/m<sup>3</sup>, jednak najsilniejszy wybuch będzie miał miejsce przy stężeniu od 250 do 350 g/m<sup>3</sup>. Kolejny czynnik wpływający na realne warunki wybuchu to temperatura zapłonu. Tutaj również podawane wartości mogą się nieznacznie różnić, jednak opierając się na badaniach przeprowadzonych w elektrociepłowni należącej do Dalkia Łódź, temperatura zapłonu warstwy pyłu przyjęta przez Kopalnię Doświadczalną „Barbara” (Mikołów) wynosiła 350 °C, a zapłonu obłoku pyłu wynosiła 565 °C (choć temperatura zapłonu dla polskich węgla została ustalona na poziomie 550 °C), [4].

Poddając analizie te informacje można stwierdzić, że pył węglowy, występujący również podczas procesu technologicznego wytwarzania energii stanowi realne zagrożenie w sektorze energetycznym, zarówno dla życia i zdrowia ludzkiego, jak i samego procesu technologicznego. Nie wolno go zatem lekceważyć, gdyż skutki takiego podejścia mogą być katastrofalne i nie chodzi tu o demonizowanie, lecz o właściwe podejście do problemu, na zasadzie oceny ryzyka i podjęcia stosownych działań mogących w jak największym stopniu ograniczyć zagrożenie [5,6]. Należy zatem poszukiwać konkretnych rozwiązań. Trzeba sobie jednak zdawać sprawę, że jak w wielu innych kwestiach, tak i w tej należy wykazać podejście systemowe do problemu, gdyż wszelkie doraźne działania nigdy nie przyniosą pożądanego trwałego efektu.

## Świadomość poziomu bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie

Zacznijmy od często nasuwającego się pytania – dlaczego w XXI wieku, w sytuacji rozwoju wiedzy i technologii mają miejsce takie tragiczne zdarzenia, jak wcześniej wspomniane eksplozje? Pytanie to skłania do znacznie głębszej analizy zagadnień z obszaru szeroko pojętego zarządzania bezpieczeństwem pracy.

Mówiąc o systemach zarządzania przyczyniających się do likwidacji zagrożenia, z powodzeniem można posłużyć się terminologią wojskową odnoszącą się do strategii i taktyki. Jak twierdzi prof. Józef Sułkowski „na poziomie strategicznym opracowywane są reguły decyzyjne, przenoszone na poziom taktyczny” [3]. Stwierzenie to w zasadzie oddaje sedno sprawy, choć dla lepszego jej zobrazowania profesor dodaje, że decyzje te opierają się na głębokiej wiedzy, m.in. z zakresu profilaktyki przeciwpożarowej i przeciwybuchowej. Najwyższa kadra zarządzająca niekoniecznie musi mieć dogłębną wiedzę, ale powinna czerpać np. z eksperckich kompetencji służby bhp, zajmującej się tą interdyscyplinarną dziedziną nauki i na niej budować strategię bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Takie działanie prowadzi do budowania kultury bezpieczeństwa pracy kształtującej właściwe postawy pracowników.

W efekcie, właściwy sposób zarządzania może z dużym wyprzedzeniem czasowym ubiegać niebezpieczne zdarzenia i im zapobiegać, ponieważ eliminuje w przedsiębiorstwie przypadek typu „uda się albo nie” [3]. Buduje on system kultury bezpieczeństwa, oparty na świadomym zagrożeniu pracownika, który przechodzi cykliczne szkolenia, dzięki którym staje się coraz bardziej kompetentny. Jest to ważny element bezpieczeństwa, gdyż pracownik niedostatecznie wykształcony i o zbyt małych kompetencjach z reguły lekceważy zagrożenia i wykazuje większe skłonności do podejmowania zbędnego ryzyka. Niestety, problem ten odnosi się zarówno do pracowników szeregowych, jak i do kadry dozor, od której zależą właściwe decyzje i polecenia wydawane pracownikom oraz nadzorowanie procesu pracy.

Obrazując, na czym polega zarządzanie strategią bezpieczeństwa, weszliśmy w obszar taktyki obejmującej sterowanie czy też kierowanie ruchem zakładu na niższych jej szczeblach. To w tym obszarze leży respektowanie przepisów i wypracowanych zasad oraz nadzorowanie procesów pracy, w szczególności pracowników stanowiących najsłabsze ogniwo łańcucha bezpieczeństwa. Celem jest eliminowanie wszelkich błędów w zachowaniach, mogących przynieść katastrofalne skutki. W podsumowaniu tej kwestii posłużymy się kilkoma przykładami.

- Pracownik, który nie ma dostatecznej wiedzy na temat zagrożenia zalegającym pyłem węglowym



Fot. Autor

Fot. 3\* i 4. Galeria nawęglania nad kotłami

Fig. 3. and 4. Carbonization gallery above boilers

wym lekceważy je i nie usuwa pyłu na bieżąco, dopuszczając jednocześnie do jego nadmiernego gromadzenia się na posadzce, na skutek czego tworzą się strefy zagrożenia wybuchem. Podobnie wygląda kwestia nadzoru maszyn, gdyż autorowi znane są z praktyki przypadki niewykonywania bieżących przeglądów stanu technicznego przenośników taśmowych, co może inicjować zapłon. Tak samo rzecz się ma z nadzorem instalacji elektrycznych, gdzie czasem brak cyklicznych badań skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz rezystancji stanu izolacji, jak również stosowaniem (w strefach zagrożenia wybuchem pyłu węglowego) osprzętu elektrycznego o niewłaściwej klasie ochronności (IP). Niestosowanie lub przerywanie ciągłości połączeń wyrównawczych także może być inicjatorem zapłonu.

• Kolejna grupa zawodowa będąca istotnym ogniwem w systemie bezpieczeństwa to kadra kierownicza. Opisane wcześniej zachowania pracownika mają ścisły związek z wiedzą i świadomością kadry dozoru, która odpowiada za właściwy nadzór całego procesu pracy. Jeżeli kadra ta nie ma dostatecznej wiedzy na temat zagrożenia to nie będzie należało wywiązywać się ze swych obowiązków. Pracownikowi wydawane są niewłaściwe polecenia, ma miejsce lekceważenie istotnych elementów bezpieczeństwa, dopuszczanie do pracy wadliwych (lub nieodpowiednich) maszyn i instalacji, a co również częste – tolerowanie niewłaściwych zachowań wśród pracowników.

### Podstawowe elementy bezpieczeństwa

Uzupełniając powyższe rozważania, warto wskazać kilka podstawowych elementów, jakie powinien uwzględnić system bezpieczeństwa w sektorze wytwarzania energii, ukierunkowany na eliminację omawianego zagrożenia. Są to m.in.:

\* Na zdjęciu widać galerię nawęglania, czyli pomieszczenie znajdujące się nad kotłami, w którym zainstalowany jest poziomy przenośnik nawęglania. Widoczne nad przenośnikiem elementy w kształcie odwróconego V to tzw. zgarniacze, które po opuszczeniu na taśmociąg zgarniają węgiel zsypany do właściwego zsypu kotła, który chcemy nawęgląć. Zsypy, a właściwie kieszenie zsyków, to szare, metalowe konstrukcje wychodzące z posadzki (obok taśmociągu). To nimi sypią się tony węgla do zasobników kotła, którego fragment przedstawia zdjęcie nr 4 – zasobniki szare przechodzące w niebieskie. Z zasobników węgla podawany jest do komory paleniskowej, której część tu również widać (niebieskie z oszkleniem). Całość kotła ma kilkanaście metrów wysokości.

– Regularne, codzienne przeglądy stanu technicznego przenośników taśmowych (dokonywane przez obsługę) oraz kwartalne przeglądy komisyjne (dokonywane przez dozór), potwierdzone zapisami protokołu [6].

– Dokonanie kwalifikacji instalacji i urządzeń elektrycznych ze względu na warunki środowiskowe, w jakich są eksploatowane, oraz wykonanie na tej podstawie harmonogramu badań. Powinien on uwzględniać częstotliwość badań rezystancji izolacji, skuteczność ochrony przeciwporażeniowej, ciągłość połączeń wyrównawczych elementów przewodzących (ze szczególnym uwzględnieniem taśmociągów), rezystancję uziemień, w tym instalacji piorunochronnej. Na podstawie takiego harmonogramu powinny być przeprowadzane cykliczne badania i pomiary [8,9].

– Cykliczne przeglądy oraz utrzymywanie w stanie sprawności technicznej sprzętu i urządzeń ochrony przeciwpożarowej [10,11].

– Stosowanie na galeriach nawęglania osprzętu elektrycznego o klasie ochronności co najmniej IP5X [12] lub wyższej [9]. Tutaj krótkie wyjaśnienie klasyfikacji stopni ochrony IP (ang. *International Protection*) – zgodnie z normą [12] są to stopnie ochrony urządzeń elektrycznych przed penetracją czynników zewnętrznych. Pierwsza cyfra po IP oznacza stopień ochrony przed dotykiem i ciałami stałymi, natomiast druga cyfra (w miejscu X, w przykładzie IP5X) oznacza stopień ochrony przed działaniem wody.

– Stosowanie systemów połączeń wyrównawczych elementów przewodzących, przede wszystkim przenośników taśmowych, jako elementu systemu ochrony przeciwporażeniowej i ochrony antyelektrostatycznej [9].

– Stosowanie systemu detekcji tlenu węgla (galeria nawęglania kotłów i hala kotłów) jako elementu uzupełniającego system bezpieczeństwa poprzez monitoring warunków pracy, jak również monitoring stref pożarowo niebezpiecznych. Należy zwrócić uwagę, że tlenek węgla pojawia się w zarzewiu pożaru, zanim pojawi się jeszcze ogień. Zatem szybkie jego wykrycie może pozwolić na podjęcie stosownych działań eliminujących przyczynę zagrożenia [6].

– Regularne usuwanie pyłu osiadłego (sprzątanie) celem zapobiegania występowaniu stref zagrożenia wybuchem [6].

### Podsumowanie

Podane w tekście informacje pokazują, gdzie leżą główne problemy mające wpływ na stan

bezpieczeństwa pracy, a także odpowiedni poziom kultury bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie, co wcześniej czy później może skutkować pojawieniem się zagrożenia wybuchem. Artykuł stanowi odpowiedź na przywołane wyżej dwa pytania: „Pył węglowy – demonizacja problemu czy realne zagrożenie w energetyce?” „Dlaczego w XXI wieku w obliczu tak dalece posuniętej wiedzy i technologii mają miejsce takie tragiczne zdarzenia?”

Niewątpliwie uwzględnienie tych działań w systemowym podejściu do poruszanej problematyki przyczyni się w znacznym stopniu do redukcji zagrożenia wybuchowego, sprwadając je do poziomu dopuszczalnego pozwalającego na właściwe zarządzanie tym ryzykiem.

### BIBLIOGRAFIA

[1] Kotyra A. *Diagnostyka procesu spalania pyłu węglowego z wykorzystaniem metod przetwarzania obrazu*. Politechnika Lubelska 2010

[2] Toman W. *Parametry palności i wybuchowości pyłów biomasy stosowanych w elektrowniach ciepłych*. „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach” 2013

[3] Sułkowski J. *Wspieranie przez naukę zwalczania pożarów i wybuchów w kopalniach węgla kamiennego*. Politechnika Śląska Gliwice 2010

[4] Sprawozdanie z badań laboratorium AGH przeprowadzonych 03.01.2009 r. określających ilość pyłu kamiennego potrzebnego do zabezpieczenia pyłu węglowego

[5] Ustawa z 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (t.j. DzU z 1998 r. nr 21, poz. 94 ze zm.)

[6] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z 8 lipca 2010 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bhp związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej (DzU nr 138, poz. 931)

[7] Rozporządzenie Ministrów Pracy i Opieki Społecznej oraz Zdrowia z dnia 19 marca 1954 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze przenośników (DzU nr 13, poz. 51)

[8] Ustawa z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (t.j. DzU z 2010 r. nr 243, poz. 1623 ze zm.)

[9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU nr 75, poz. 690 ze zm.)

[10] Ustawa z 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t.j. DzU z 2009 r. nr 178, poz. 1380 ze zm.)

[11] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU nr 109, poz. 719)

[12] PN-EN 60529:2003 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)