

dr inż. KRZYSZTOF MATUSZEWSKI
Wyższy Urząd Górniczy

Najważniejsze zagrożenia powodujące katastrofy w polskich podziemnych zakładach górniczych

W artykule przedstawiono informacje na temat największych katastrof w podziemnych zakładach górniczych na świecie i w Polsce. Omówiono zagrożenie wybuchem metanu, pyłu węglowego, tapaniami, pożarowe, wyrzutami gazów i skał, a także zagrożenia współwystępujące, które mogą spowodować katastrofy górnicze. Największe niebezpieczeństwo wystąpienia katastrof górniczych, poza kopalniami węgla kamiennego, ma miejsce podczas prowadzenia robót górniczych w KGHM Polska Miedź S.A. i dotyczy zagrożenia tapaniami. Największe katastrofy górnicze w kopalniach węgla kamiennego mogą być spowodowane poprzez wybuchy pyłu węglowego oraz metanu.

Major hazards supposed to cause catastrophes in Polish underground mining facilities

The article presents information on major underground mining catastrophes in Poland and abroad. Methane explosion and coal dust explosion hazards are discussed as are fire threat, rock and gas ejection threat and so-called coexisting hazards that may cause mining catastrophes. Catastrophes outside carbon mines are most likely within KGHM Polska Miedź S.A. where crumps are possible. The biggest mining catastrophes in carbon mines may cause coal dust and methane explosions.



Fot. Archiwum/Stock.XCHNG

Wstęp

Największe katastrofy w górnictwie światowym spowodowane były wybuchami pyłu węglowego, metanu oraz współwystępującymi wybuchami metanu i pyłu węglowego, w następstwie czego w niektórych przypadkach powstały pożary. Wśród występujących w polskim górnictwie podziemnym zagrożeń katastrofami najczęstsze są tzw. zagrożenia naturalne, których rodzaje wymieniono we wcześniejszej publikacji [1].

W niniejszym artykule omówiono szerzej zagrożenia wybuchem metanu i pyłu węglowego, tapaniami, pożarowe oraz wyrzutami gazów i skał. Szczególną uwagę poświęcono tzw. zagrożeniom współwystępującym (skojarzonym, współzależnym), stwarzającym obecnie największe zagrożenie wystąpienia katastrof górniczych w polskich podziemnych kopalniach węgla kamiennego. W publikacji wykorzystano informacje dotyczące zagrożeń i katastrof górniczych, opracowane przez Wyższy Urząd Górniczy i Główny Instytut Górnictwa [2, 3].

Zagrożenie wybuchem metanu w kopalniach węgla kamiennego

Do zapłonu mieszaniny metanowej dochodzi, kiedy w powietrzu znajdzie się odpowiednia ilość metanu i tlenu oraz źródło zapłonu. Na dyna-

mikę wybuchu ma wpływ objętość mieszaniny wybuchowej.

W ścianach oraz w wyrobiskach przyściankowych wybuchowe stężenia metanu (5-15%), w których może dojść do jego zapłonu (zapalenia lub wybuchu) najczęściej występują na skrzyżowaniu ścian z chodnikami (pochylniami) wentylacyjnymi, w sąsiedztwie silnie gazonośnych uskoczków, w zrobach ścian oraz w miejscach gwałtownego wypchnięcia metanu ze zrobów ściany, a także w sąsiedztwie skutków tąpnięcia oraz w wyrobiskach odprowadzających powietrze z tych miejsc.

W przestrzeniach wybranych ścian (zrobach) stężenia metanu, w których może dojść do wybuchu, występują w miejscach samozagrzewania i samozapalenia węgla oraz iskry mechanicznego. Również wyrobiska korytarzowe, szczególnie słabo przewietrzane oraz otamowane w sąsiedztwie nasyconych metanem zrobów, są miejscami, w których może dojść do wybuchu metanu. Do zapłonów metanu przyczyniają się [4]: iskry mechaniczne, roboty strzałowe, otwarty ogień oraz urządzenia elektryczne i elektryczność statyczna.

Najczęściej do zapłonów metanu od iskry mechanicznych dochodzi w relacjach: skała-metal (urabianie kombajnem zwięzłych skał stropowych, spągowych, przerostów), metal-metal (np. stal-stop lekki) oraz skała-

skała (np. w trakcie zawału przy uderzeniu był piaskowców w przestrzeni zrobowej). Zapłony metanu od robót strzałowych powodowane są przede wszystkim przez: nieprawidłowe odpalenie ładunków materiałów wybuchowych, nieodpowiednie materiały wybuchowe, zapalniki elektryczne o nieodpowiednim stopniu opóźnienia oraz niewłaściwy sprzęt strzałowy. Najczęstszymi przyczynami zapłonów metanu od otwartego ognia są natomiast ogniska pożarów endogenicznych w zrobach ścian zawałowych i zapalenie papierosa.

Zapłony metanu od urządzeń elektrycznych i elektryczności statycznej powodują najczęściej: łuk elektryczny, iskrzenie w nieiskrobezpiecznych urządzeniach w wyniku nieprawidłowego działania zabezpieczenia oraz nieprawidłowa praca urządzeń odprowadzających ładunki elektrostatyczne.

Spośród 31 kopalń węgla kamiennego w Polsce 27 jest uznanych za metanowe. W 15 kopalniach węgla kamiennego prowadzi się roboty górnicze w IV (największej) kategorii zagrożenia metanowego. W minionych 25 latach najtragiczniejsze w skutkach wybuchy metanu wystąpiły w kopalniach „Wałbrzych” (1985 r.) i „Halemba” (1990 r.), powodując odpowiednio 18 i 19 wypadków śmiertelnych. Ostatni czarny dzień polskiego górnictwa miał miejsce 18 września br., kiedy to w efekcie zapłonu metanu

w kopalni „Wujek-Śląsk” w Rudzie Śląskiej straciło życie 19 górników – na miejscu zginęło 12, kolejni zmarli w szpitalach, głównie z powodu rozległych poparzeń (stan na 30 września).

Szczególnie niebezpieczne są wybuchy metanu, charakteryzujące się dużą dynamiką, które mogą nie tylko śmiertelnie porazić pracujących górników, lecz również spowodować ich gwałtowne przemieszczenie nawet ze skutkiem śmiertelnym. Ponadto wybuch metanu może spowodować gwałtowne przemieszczenie maszyn i urządzeń górniczych.

Profilaktyka w zakresie zagrożenia metanowego została szczegółowo przedstawiona w „Bezpieczeństwie Pracy” 5/2009 [1].

Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego

Wybuch pyłu węglowego to najgroźniejsza katastrofa, jaka może wystąpić w kopalni węgla kamiennego. W jego następstwie mogą zginąć górnicy nawet w odległości kilku kilometrów od epicentrum na skutek powstania atmosfery niezdanej do oddychania, a znajdujące się w wyrobiskach górniczych maszyny i urządzenia, z powodu ogromnej dynamiki wybuchu, mogą zostać przemieszczone na znaczną odległość.

Pył węglowy to ziarna węgla przechodzące przez sito o wymiarach oczek równych 1x1 mm. Zagrożenie jego wybuchem to możliwość powstania i przemieszczenia się wybuchu pyłu węglowego, który – zapoczątkowany aktywizacją czynnika termicznego – powoduje niebezpieczeństwo dla załogi i przerwanie ciągłości ruchu zakładu poprzez przemieszczenie maszyn i urządzeń oraz zniszczenie wyrobisk górniczych.

Warunkiem powstania wybuchu pyłu węglowego jest równoczesne wystąpienie trzech czynników [5]. Pierwszym z nich jest pył węglowy jako paliwo niezbędne do zaistnienia wybuchu. W praktyce dołowej paliwo to występuje jako zalegający w wyrobiskach niezabezpieczony pył kopalniany, w którym zawartość pyłu węglowego kształtuje się w granicach jego wybuchowości.

Drugi to czynnik aerodynamiczny, czyli pewne zjawisko o charakterze dynamicznym, którego aktywizacja charakteryzuje się powstaniem fali ciśnienia. Fala ciśnienia w wyrobisku powoduje unoszenie w powietrze kolejnych warstw zalegającego pyłu i utworzenie palnego, wybuchowego obłoku pyłowo-powietrznego. Trzecim składnikiem powstania wybuchu pyłu węglowego jest czynnik termiczny (inicjał – źródło zapłonu), który po zaistnieniu w miejscu powstania obłoku jest w stanie go zapalić.

W warunkach kopalnianych niebezpieczeństwo wybuchu pyłu węglowego jest kształtowane przez trzy parametry: ilość pyłu węglowego, zawartość w pył kopalnianym substancji zabezpieczających pył węglowy przed wybuchem (np. pył kamienny lub woda) i możliwość zaistnienia inicjałów.

W kopalniach węgla kamiennego wytwarzana jest nadmierna ilość pyłu węglowego, przede wszystkim w trakcie urabiania kombajnem, ale również przy przesuwaniu sekcji obudów

zmechanizowanych oraz na przesypach przenośników odstawiających urobek do szybu wydobywczego.

Najczęstszymi inicjałami wybuchów pyłu węglowego są: nieprawidłowo prowadzone roboty strażowe, wybuchy metanu, łuk elektryczny oraz wybuch gazów pożarowych. Należy zaznaczyć, że spowodowanie wybuchu pyłu węglowego w wyrobisku górniczym jest bardzo trudne, gdyż potrzebna jest minimalna energia zapłonu od 200 do 3000 J, która jest znacznie wyższa niż minimalna energia potrzebna do spowodowania wybuchu metanu (0,28 mJ).

Z 31 polskich kopalń węgla kamiennego pokłady lub wyrobiska w 4 kopalniach zaliczone są do klasy A zagrożenia wybuchem pyłu węglowego, a w pozostałych do klasy B zagrożenia (najwyższej).

Przyczyną 18 ostatnich wybuchów pyłu węglowego w polskich kopalniach w latach 1960-2008, pod względem rodzaju inicjału, były wybuchy metanu i niezgodnie z przepisami prowadzone roboty strażowe, które stanowiły ponad 80% wszystkich inicjałów.

Działania zapobiegawcze w przypadku zagrożeń wybuchem pyłu węglowego zostały przedstawione we wcześniejszym artykule [1].

Zagrożenie tąpnięciami

Przez zagrożenie tąpnięciami rozumie się możliwość wystąpienia tąpnięcia w rezultacie niekorzystnych warunków górniczo-geologicznych w wyrobisku lub jego otoczeniu [1, 6]. Zagrożenie tąpnięciami występuje nie tylko w kopalniach węgla kamiennego, lecz również w 3 kopalniach rud miedzi, wchodzących w skład KGHM Polska Miedź S.A.

Przyczyną tąpnięcia jest naruszenie równowagi w górotworze skłonnym do tępnięć, na skutek prowadzenia robót górniczych (eksploatacyjnych i przygotowawczych), powodujące pęknięcie warstw wybieranych bądź stropowych lub spągowych i przemieszczenie ich do czynnych wyrobisk. Najczęściej tępnięcia występują w górotworze nieodprężonym przez wcześniejsze

wybranie pokładu sąsiedniego w miejscach o wzmożonej koncentracji zagrożeń. Czynnikiem zwiększającym stan zagrożenia tąpnięciami jest niewątpliwie wzrastająca koncentracja produkcji i przebywanie górników w strefach szczególnego zagrożenia tąpnięciami.

W kopalniach węgla kamiennego w ostatnich kilku latach wydobyte z pokładów zagrożonych tąpnięciami wahało się w przedziale od 40 do 50%, a liczba wstrząsów o energii powyżej $1,0 \times 10^5$ J (wg GIG) wynosiła rocznie około 1000. W latach 1999-2008 w kopalniach węgla kamiennego wystąpiły 34 tępnięcia, które spowodowały 12 wypadków śmiertelnych. Najtragiczniejszy pod tym względem był rok 2006, kiedy w następstwie tępnięcia w KWK „Pokój” zginęło 4 górników.

W kopalniach rud miedzi w ostatnich kilku latach wydobyte z pokładów zagrożonych tąpnięciami wynosiło 100%, a liczba wstrząsów o energii powyżej $1,0 \times 10^5$ J (wg GIG) wzrosła od ok. 500 rocznie do ok. 1000. W latach 1999-2008 w 3 kopalniach rud miedzi wystąpiło 47 tępnięć, które spowodowały 19 wypadków śmiertelnych. Najtragiczniejszy pod tym względem był rok 2003, kiedy to wystąpiło 9 tępnięć, w następstwie których zginęło 5 górników.

Na skutek tępnięcia wyrobiska górnicze ulegają zniszczeniu na długości nawet kilkuset metrów, a znajdujący się w nich pracownicy narażeni są na śmierć bądź kalectwo. Zniszczeniu mogą ulec również urządzenia górnicze.

Znaczną poprawę w zakresie zmniejszania liczby tępnięć w ostatnich kilkunastu latach, pomimo wzrostu zagrożenia związanego z prowadzeniem robót górniczych na coraz większych głębokościach, uzyskano dzięki wprowadzeniu tzw. kompleksowych projektów eksploatacji [7].

Profilaktyka zagrożenia tąpnięciami polega przede wszystkim na czystym wybieraniu złoża, co, w warunkach kopalń węgla kamiennego, polega na wybieraniu pokładu odprężającego najlepiej z zawałem stropu bez pozostawiania resztek zdolnych do koncentracji i przenoszenia naprężeń. W zakładach górniczych wydobywających rudy miedzi dopuszcza się pozostawianie resztek złoża pod warunkiem ustalenia dodat-



Fot. Fira Anuar/Stock

kowych zasad bezpiecznego prowadzenia robót w strefach możliwego ich oddziaływania.

W wyrobiskach, w których istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia tąpnięcia wyznacza się strefy szczególnego zagrożenia tąpnięciami. Dla tych stref ustala się dodatkowe środki zapobiegawcze i chroniące załogę przed ich skutkami, np. wzmocnienie obudowy. W strefach szczególnego zagrożenia tąpnięciami ogranicza się do niezbędnego minimum liczbę zatrudnionych, a w niektórych przypadkach całkowicie wyłącza się z ruchu wyrobiska najbardziej zagrożone.

W rejonach najbardziej zagrożonych tąpnięciami stosuje się różnego rodzaju strzelania wstrząsowe, które mają na celu wywołać tąpnięcie pod nieobecność załogi w przodkach. Ponadto w miejscach tych można stosować nawadnianie calizny węglowej, ukierunkowane hydroszczelinowanie. Obecnie stan zagrożenia tąpnięciami w kopalniach rud miedzi jest znacznie wyższy niż w kopalniach węgla kamiennego i sytuacja taka zapewne utrzyma się w najbliższych latach.

Zagrożenie pożarowe

Zagrożenie pożarowe występuje we wszystkich podziemnych zakładach górniczych, lecz szczególnie groźne jest w kopalniach węgla kamiennego – ze względu na palność kopaliny wybieranej, jak i występujące zagrożenie metanowe [1, 8].

W zależności od przyczyny powstania pożaru wyróżnia się dwa rodzaje pożarów: egzogeniczne (powstałe wskutek przyczyn zewnętrznych) i endogeniczne (powstałe wskutek samozapalenia węgla). Obecnie i w przyszłości pożary endogeniczne, występujące w kopalniach węgla kamiennego, nie powinny spowodować katastrof górniczych. Inaczej przedstawia się sytuacja, jeśli chodzi o zagrożenie pożarem egzogenicznym, gdyż nagły rozwój takiego pożaru, np. od urządzenia energomechanicznego, może spowodować trudności związane z wycofaniem zagrożonej załogi z rejonu wentylacyjnego ze względu na często długie drogi ucieczkowe oraz odwrócenie prądu powietrza.

Drugim znacznie poważniejszym zagrożeniem, mogącym spowodować katastrofę górniczą, jest możliwość wybuchu gazów pożarowych. Przypadki takie miały miejsce w 2003 r. podczas akcji ratowniczych (pożarowych) w pokładach silnie metanowych w kopalniach „Bielszowice”, „Brzeszcze” i „Sośnica” [9]. Prowadzenie akcji ratowniczych przy pożarach w pokładach silnie metanowych należy do najtrudniejszych akcji, gdzie w każdej chwili można się spodziewać wybuchu gazów pożarowych, pomimo ciągłej kontroli ich stężeń.

Powstające na skutek pożarów gazy pożarowe mogą spowodować zatrucie górników. Z tego powodu pracownicy ci powinni umieć obsługiwać sprzęt izolujący układ oddechowy, znać drogi ucieczkowe z i szybko wycofać się z zagrożonego rejonu.

Profilaktykę w zakresie zagrożenia pożarowego należy prowadzić z uwzględnieniem

podziału na pożary endogeniczne i egzogeniczne. W celu zminimalizowania możliwości powstania pożarów endogenicznych należy czysto wybierać pokłady węgla, właściwie projektować eksploatację, uszczelniać wyrobiska doprowadzając i odprowadzając powietrze ze ścian, w miarę możliwości wypełniać miejsca przedostawania się węgla do zawału ścian mieszaniną pyłów dynamicznych z wody bądź inertyzować gazami obojętnymi, zapewnić odpowiedni postęp ścian. Aby zminimalizować możliwość powstania pożarów egzogenicznych, należy utrzymywać w dobrym stanie technicznym przenośniki taśmowe, urządzenia elektryczne i urządzenia spalinowe.

Trzeba nadmienić, że dla wykrycia wzrostu zagrożenia pożarowego duże znaczenie ma monitoring wentylacyjny, a w szczególności czujniki tlenu węgla, umożliwiające w sposób ciągły kontrolę atmosfery kopalnianej, co pozwala na szybkie wycofanie załogi oraz przystąpienie do akcji pożarowej.

Zagrożenie wyrzutami gazów i skał

Przez zagrożenie wyrzutami gazów i skał rozumie się naturalną skłonność do występowania zjawisk gazogeomechanicznych w postaci wyrzutu gazów i skał lub nagłego wypływu gazów z górotworu do wyrobiska. Wyrzut gazów i skał to dynamiczne przemieszczenie rozproszonych skał lub węgla z calizny węglowej do wyrobisk przez energię gazów wydzielonych z górotworu w wyniku działania czynników geologiczno-górniczych, które mogą spowodować efekty akustyczne, podmuch powietrza, uszkodzenie obudowy i urządzeń, powstanie kawerny powyrzutowej, zaburzenie w przewietrzaniu wyrobisk, powstanie wybuchowego nagromadzenia metanu lub atmosfery niezdanej do oddychania [6].

Najgroźniejsze wyrzuty gazów i skał powodują powstanie atmosfery kopalnianej niezdanej do oddychania, a w przypadku metanu jest to jednocześnie atmosfera wybuchowa lub ponadwybuchowa. Ponadto wyrzut powoduje zasypanie materiałem skalnym wyrobisk górniczych na długości nawet kilkuset metrów i unieruchomienie części bądź nawet całej kopalni.

Po II wojnie światowej tego rodzaju zagrożenie występowało w kopalniach Dolnośląskiego Zagłębia Węglowego, powodując wiele wyrzutów gazów i skał (CO_2 , CH_4 , węgla i piaskowca) [2].

Profilaktyka w zakresie zmniejszenia zagrożenia polega na wcześniejszym wybraniu pokładu odgazowującego pokład zagrożony wybuchem. Niestety, w wielu sytuacjach jest to niemożliwe i największe zagrożenie wyrzutowe występuje przy drażeniu wyrobisk korytarzowych w partiach górotworu nieodprężonych i nieodgazowanych. W takich sytuacjach dużą rolę odgrywa właściwa prognoza zagrożenia wyrzutowego oparta na pomiarach desorpcji, zawężności węgla, ciśnienia gazów w otworach badawczych oraz wychodu zwiercin z tych otworów.

Duży postęp w zakresie prognozowania zagrożenia wyrzutami gazów i skał w drażonych wyrobiskach korytarzowych w nieodgazowanych

partiach górotworu uzyskano dzięki wierceniu długich, kilkudziesięciometrowych otworów badawczych pozwalających zlokalizować strefy nasycenia górotworu gazem pod ciśnieniem.

Ponadto w celu niedopuszczenia do wyrzutu gazów i skał stosuje się rozwiercenie odprężające pokładów oraz wysokociśnieniowe nawadnianie pokładów. Czasami jednak, gdy wymienione metody okazują się niewystarczające, pod nieobecność załogi wykonuje się różnego rodzaju roboty strzałowe, które mają spowodować wyrzut.

Zagrożenia współwystępujące

Skutki zagrożeń współwystępujących układają się, przez co zagrożenia te są tak samo niebezpieczne jak np. wybuch metanu i pyłu węglowego. W kopalniach węgla kamiennego prowadzone są roboty górnicze w warunkach współwystępowania wielu wyżej omówionych zagrożeń, głównie naturalnych. W takiej sytuacji mówimy o koincydencji tych zagrożeń bądź o tzw. zagrożeniach skojarzonych. Istnieją następujące schematy współwystępowania zdarzeń [10]:

- zagrożenie geomechaniczne przez czynniki geomechaniczne lub aerologiczne oraz inicjujące zdarzenie aerologiczne

- zdarzenie aerologiczne przez czynniki aerologiczne oraz inicjujące inne zdarzenie aerologiczne

- zdarzenie gazogeomechaniczne przez czynniki geomechaniczne lub aerologiczne oraz inicjujące zdarzenie aerologiczne.

W następstwie tąpnięcia lub wysokoenergetycznego wstrząsu może dojść do [10]: samozapalenia się węgla (pożaru szczelinowego), pożaru egzogenicznego, wybuchu metanu, wybuchu pyłu węglowego, wybuchu metanu i pyłu węglowego, a także powstania atmosfery niezdanej do oddychania.

Z kolei załamanie zwięzłych skał stropowych nad zrobami ściany może spowodować zapalenie lub wybuch metanu w zrobach ściany lub w samej ścianie. Samozapalenie się węgla w zrobach ściany może doprowadzić do zapalenia lub wybuchu metanu w zrobach ściany lub czynnych wyrobiskach, a wybuch metanu może spowodować wybuch pyłu węglowego. Pożar endogeniczny może spowodować wybuch gazów pożarowych, a także wybuch pyłu węglowego, natomiast wyrzut metanu i skał może doprowadzić do wybuchu metanu lub powstania atmosfery niezdanej do oddychania, podobnie jak wyrzut gazów (CH_4 , CO_2) i skał.

Bardziej rozbudowany schemat przyczynowo-skutkowy następstwa zdarzeń – katastrof górniczych przedstawił J. Kobiesz [11], według którego w następstwie wstrząsu, zawału czy tąpnięcia bądź pożaru endogenicznego może dojść do zapalenia bądź wybuchu metanu, wybuchu pyłu węglowego, pożaru egzogenicznego, zawału i wybuchu gazów pożarowych. Schemat ten nie wyczerpuje wszystkich możliwych zdarzeń powodujących katastrofy górnicze przy współwystępowaniu różnych zagrożeń.

Profilaktykę należy dobierać do każdego zagrożenia oddzielnie, jednak bardzo często występuje kolizja dwóch czy trzech profilaktyk. Przykładowo w przypadku zagrożenia metanowego zwiększa się ilość powietrza kierowana do przodków, co koliduje z profilaktyką pożarową, kiedy ogranicza się ilość powietrza. W związku z tym w przypadku jednoczesnego występowania kilku zagrożeń naturalnych należy dokonać ich gradacji i dobrać optymalną profilaktykę.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę zarówno doświadczenia zagraniczne, jak i krajowe, w najbliższych latach największego zagrożenia w polskich podziemnych zakładach górniczych należy się spodziewać ze strony wybuchów pyłu węglowego i metanu.

Natomiast największego zagrożenia, mogącego spowodować katastrofy górnicze w pozawęglowych podziemnych zakładach górniczych, można oczekiwać ze strony tupań w KGHM Polska Miedź S.A. Wśród zagrożeń współwystępujących, największe zagrożenie w kopalniach węgla kamiennego, oprócz wybuchów metanu i pyłu węglowego, wiąże się z tupańiami, pożarami i wybuchami gazów pożarowych.

PIŚMIENICTWO

[1] K. Matuszewski *Zapobieganie katastrofom górniczym w kopalniach węgla kamiennego*. „Bezpieczeństwo Pracy” 5(452)2009

[2] *Raporty roczne o stanie podstawowych zagrożeń naturalnych i technicznych w górnictwie węgla kamiennego z lat 1998-2007*. GIG

[3] *Stan bezpieczeństwa i higieny pracy w górnictwie z lat 1999-2008*. Wyższy Urząd Górniczy

[4] K. Matuszewski *Zagrożenie wybuchami w ścianach i ich otoczeniu w polskich kopalniach węgla kamiennego*. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” 7(119) 2004

[5] K. Cybulski *Zagrożenie wybuchem pyłu węglowego oraz ocena skuteczności działań profilaktycznych w polskich kopalniach węgla kamiennego*. Praca naukowa GIG nr 864, Katowice 2005

[6] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14 czerwca 2002 r. w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych (DzU nr 94 poz. 840, 841 z późn. zm.).

[7] K. Matuszewski *Planowanie eksploatacji podziemnej w warunkach zagrożeń górniczych*. „Wiadomości Górnicze” 11/2006

[8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych (DzU nr 139, poz. 1169 z późn. zm.).

[9] K. Matuszewski *Zagrożenia wybuchowe w trakcie prowadzenia akcji ratowniczych przy pożarach podziemnych powstałych w 2003 roku w następstwie zapłonów metanu w rejonach silnie metanowych ścian*. 3 Szkoła Aerologii Górniczej – Sekcja Aerologii Górniczej KGPAN, Zakopane 12-15.10.2004

[10] K. Matuszewski *Współwystępowanie zagrożeń naturalnych w kopalniach węgla kamiennego*. „Przegląd Górniczy” 11/1997

[11] J. Kabiesz *Skutki współwystępowania zagrożeń naturalnych w kopalniach*. Konferencja górnicza *Zagrożenia naturalne 2008. Zagrożenia naturalne bariery działalności górniczej*. GzN 2008 GIG, Katowice 2008

Nowe substancje wprowadzone do wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (2)

W 1. części artykułu zostały omówione substancje chemiczne wymienione w części „A” załącznika nr 1 do rozporządzenia ministra pracy i polityki społecznej z dnia 16 czerwca 2009 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU nr 105, poz. 873), dla których zmieniono dotychczasowe wartości NDS i/lub NDSCh. Rozporządzenie to weszło w życie z dniem 17 lipca 2009 r. W 2. części zostaną omówione nowe substancje wprowadzone do wykazu wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

W załączniku nr 1 do rozporządzenia w części „A” do wykazu dodano 9 nowych substancji chemicznych, dotychczas nieuwzględnionych w prawie polskim.

AZIRYDYNA (etylenoimina) [151-56-4]

NDS:	0,62 mg/m ³
NDSCh:	nie ustalono
NDSP:	nie ustalono

Opisywane w piśmiennictwie objawy ostrego narażenia inhalacyjnego ludzi na azirydynę obejmują wymioty, zawroty i bóle głowy, ból w okolicach skroni, podrażnienie błon śluzowych ust i górnych dróg oddechowych, wydzielinę z nosa, obrzęk twarzy, krtani, tchawicy, wysięk w płucach, wtórne odoskrzelowe zapalenie płuc, a także uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego, wątroby i nerek. Substancja **działa żrąco**. Powoduje **oparzenia skóry i uszkodzenie oczu**.

Na podstawie wyników badań na zwierzętach w warunkach narażenia ostrego oceniono, że substancja **działa bardzo toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu**, a jej pary działają silnie drażniąco na błony śluzowe dróg oddechowych i oczu.

Azirydyna **wykazuje silne działanie mutagenne i genotoksyczne**. Eksperci Unii Europejskiej zaklasyfikowali azirydynę jako substancję mutagenną kat. 2., czyli substancję, którą rozważa się jako **mutagenną oraz rakotwórczą dla człowieka** (aczkolwiek działanie rakotwórcze azirydyny wykazano jedynie w badaniach na zwierzętach). Taka sama klasyfikacja obowiązuje obecnie w Polsce. Azirydyna jest uznana za kancerogen także przez IARC.

Przyjmując jako **efekt krytyczny działanie układowe** substancji obserwowane u szczurów narażonych inhalacyjnie na azirydynę 4 h dziennie przez 1,5 miesiąca za wartość LOAEL przyjęto stężenie 10 mg/m³ (w stężeniu tym stwierdzono zahamowanie przyrostu masy ciała, osłabienie siły mięśniowej, we krwi leukopenię i retikulocytozę, nieżyt oskrzeli, przyćmienie mięśnizowe wątroby, zmiany w nerkach, zmniejszenie liczby komórek limfatycznych w węzłach chłonnych, zaburzenia procesu spermatogenezy, działanie gonadotropowe, zmiany degeneracyjne w jądrach, zmniejszenie ruchliwości plemników i zmniejszenie zdolności reprodukcyjnej).

NARAŻENIE

Narażenie zawodowe na azirydynę może wystąpić podczas syntezy substancji lub jej polimeryzacji, jak również podczas przetwórstwa i stosowania polimerów. Wg danych National Occupational Exposure Survey (NOES) w latach 1981-1983 w USA było ok. 1000 pracowników narażonych na azirydynę. Oszacowano, że światowa produkcja azirydyny w 1995 r. wynosiła 12 000 ton, głównie w Niemczech, Japonii i w Rosji.

W Polsce azirydyna została umieszczona w wykazie substancji o działaniu rakotwórczym lub mutagennym w środowisku pracy dopiero na mocy rozporządzenia ministra zdrowia z dnia 1 grudnia 2004 r. w sprawie substancji, preparatów, czynników lub procesów technologicznych